А. В. Богданов

Расточное дело

МАШГИЗ

РАСТОЧНОЕ ДЕЛО

А. В. БОГДАНОВ

РАСТОЧНОЕ ДЕЛО



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1960 Свердловск

В книге описываются современная технология и передовые приемы растачивания деталей, примеры рациональной эксплуатации инструмента и станков; рассматриваются кинематические схемы и основные узлы станков, автоматизирующие устройства, приспособления и инструмент; даются необходимые сведения о свойствах материалов и о правилах чтения чертежей.

Книга предназначена для подготовки рабочих-расточников путем индивидуального или бригадного обучения в заводской курсовой сети и составлена в соответствии с программой Главного управления профессионально-технического образования.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
3	4-я сверху	технического процесса	технического прогресса
5	13-я снизу	1 *см*	1 *см*³
12	7-я снизу	ГОСТ 380—57	ГОСТ 380—60
36	16-я, 17-я, 18-я снизу	Строки поменять местами и	расположить в порядке: 17-я, 16-я, 18-я
100	18-я сверху	ремонтными слесарями и расточниками	ремонтными слесарями, но не расточниками
125	5-я сверху	в четыре раза больше P_y	в четыре раза больше P_x
227	1-я снизу	Что значит понимать знаки *3* и *6*?	Как понимать обозначения ∇3 и ∇6?

А. В. Богданов, Расточное дело, Машгиз, 1960. Заказ 577.

Рецензент инж. **И. Н. Пешехонов**

Редактор инж. **А. И. Розин**

УРАЛО-СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА

Ведущий редактор инж. ***Н. Д. Чиликина***

ПРЕДИСЛОВИЕ

Семилетним планом развития народного хозяйства СССР предусматривается преимущественное развитие машиностроения — основы технического процесса и дальнейшего подъема всей экономики страны. Осуществление этой задачи возможно только на базе внедрения передовой технологии производства машин и комплексной механизации и автоматизации технологических процессов. В результате этого станет немыслимым участие в производственном процессе рабочего без теоретической подготовки, позволяющей максимально использовать технические возможности современного сложного оборудования, высокопроизводительных инструментов и механизированных приспособлений. Поэтому рабочему-машиностроителю сейчас особенно необходимо систематически пополнять теоретические знания как в области своей профессии, так и в области смежных профессий.

Издание закона об укреплении связи школы с жизнью и введение в учебные планы школ и высших учебных заведений производственной практики резко увеличивает приток на фабрики и заводы молодежи, которой нужно в короткий срок пополнить свои технические знания по выбранной профессии.

Это вызывает необходимость создания специальной учебной литературы. Такая учебная литература должна не только дать читателю некоторый минимум современных технических знаний, но и передать ему замечательный опыт рабочих-новаторов, накопленный нашей промышленностью.

Настоящая книга является учебным пособием для подготовки расточников путем самостоятельных занятий или занятий в заводской курсовой сети.

В книге использованы и систематизированы различные материалы, опубликованные в технической литературе и периодиче-

ской печати, и данные заводов, освещающие опыт новаторов-расточников. В частности, здесь нашел отражение опыт расточников, работающих в тяжелом машиностроении на обработке крупногабаритных деталей.

Все это позволяет рекомендовать данную книгу и в качестве учебника для начинающих рабочих и как пособие для повышения квалификации и теоретических знаний расточников с производственным опытом.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

ГЛАВА I

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

1. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Для изготовления деталей машин широко применяются черные и цветные металлы, металлические сплавы и различные неметаллические материалы.

Самое широкое распространение в машиностроении имеют металлы и сплавы, различные по своим свойствам, изучение которых позволяет наиболее разумно выбирать материал для изготовления деталей машин, правильно рассчитывать их на прочность, выбирать наиболее экономичный способ обработки и рассчитывать производительные режимы резания.

Различают три группы свойств машиностроительных материалов: физические, механические и технологические.

Физические свойства металлов. Физическими свойствами металлов являются: удельный вес, температура плавления, тепловое расширение, электропроводность и теплопроводность. Рассмотрим некоторые из этих свойств.

Удельным весом называется вес одного кубического сантиметра вещества, выраженный в граммах. Если говорят, что удельный вес железа равен 7,8 *г/см*³, то это значит, что 1 *см* железа весит 7,8 *г*.

Объем, вес и удельный вес связаны между собой следующим образом:

$$d = \frac{P}{V},$$

где d — удельный вес в *г/см*³;
P — вес тела в *г*;
V — объем тела в *см*³.

С вычислениями удельного веса материалов станочнику приходится встречаться главным образом тогда, когда требуется перед выполнением грузоподъемных операций определить вес детали, не прибегая к взвешиванию на весах. Выбор диаметра троса или каната в данном случае производится по весу детали,

указанному на чертеже или приближенно подсчитанному по приведенной формуле.

Температурой плавления называется температура, при которой вещество из твердого состояния переходит в жидкое.

В зависимости от температуры плавления металлы и сплавы делят на тугоплавкие и легкоплавкие. К тугоплавким металлам относятся железо, вольфрам, молибден и ванадий, а к легкоплавким — олово, свинец и цинк.

Если заранее известны температурные условия работы детали или инструмента, то легко можно подобрать для них материал с необходимой температурой плавления. Особенно внимательно следует относиться к выбору материала для трущихся деталей станков, в частности для подшипников, сильно нагревающихся при работе.

Под тепловым расширением твердых тел понимают изменение их линейных размеров при нагревании. Следует учитывать, что при обработке детали на станке в процессе снятия стружки выделяется большое количество теплоты, частично идущей на нагрев обрабатываемого предмета. Поэтому размеры обработанной детали, имеющей повышенную температуру, значительно отличаются от размеров остывшей детали. Если не учесть изменения размеров при охлаждении, деталь можно изготовить с отступлением от чертежа. Бывает и так, что измерительная пробка, оставленная на небольшой промежуток времени в отверстии нагретой детали, при охлаждении последней оказывается зажатой в отверстии.

Измененный размер нагретой детали может быть определен по формуле

$$l = l_0(1 + \alpha t),$$

где l_0 — первоначальный размер детали в *м*;
α — коэффициент линейного расширения;
t — температура нагрева детали в °С.

Приведенные примеры позволяют сделать вывод о большом значении знания физических свойств материалов для работы станочника.

Сравнительные данные о физических свойствах основных металлов приведены в табл. 1.

Механические свойства металлов. Главные механические свойства материалов: прочность, упругость, хрупкость, пластичность и твердость.

При эксплуатации машин и инструментов материал, из которого изготовлены детали этих машин и инструменты, подвергается воздействию внешних сил. Следовательно, чтобы выбрать материал, пригодный по механическим свойствам для данной конструкции, необходимо заранее знать характер действующей силы:

сл...

Спо...
вдавливани...
вают вертика...
детали. Ударом
но в испытуемый
сравнивают диамет...
ла тем больше, че...
меньше диаметра отпечат...
вания менее точен, чем спос...
на и детали, как правило, раз...
ке этим способом пользуются т...
ления твердости.

Измерение твердости ...
на вдавливании в испытуемый материа...
при вершине 120°. Вдавливание осуще...
(шкала А), в 100 (шкала В) или 150 *кг* ...
но толщине проверяемого образца или тверд...
слоя металла. Приложение основной нагрузки ...
после того, как индикатор зафиксирует предвар...
ку 10 *кг*. Число твердости вычисляется по разности ...
варительного и окончательного вдавливания и обозн...
ветственно буквенными символами H_{R_A}, H_{R_B} или ...

Определение твердости по Виккерсу (алмазной пир...
основано на вдавливании в испытуемый материал четырех...
пирамиды с углом при вершине 136° и под нагрузками 5, 10, ...
30, 50, 100 и 120 *кг*. Этот способ применяется при измерени...
твердости поверхностных слоев после цементации, азотирования и цианирования. Число твердости обозначается H_V.

Твердость материала является важнейшим механическим свойством, так как о пригодности той или иной марки металла для изготовления детали судят в первую очередь по его твердости. По твердости обрабатываемой детали выбирается материал режущего инструмента, назначаются способы крепления детали, скорость резания, величина подачи и глубина резания. Чем выше твердость материала, тем большее усилие требуется для обработки детали. Сравнительные данные о трех важнейших механических свойствах различных металлов и металлических сплавов приведены в табл. 2.

Технологические свойства. К технологическим свойствам материалов относятся обрабатываемость резанием, прокаливаемость, свариваемость, расплющиваемость. Технологические свойства материалов испытываются в лабораторных условиях. На рабочем месте технологические свойства материалов могут быть опреде-

						...лавов		
					...36	Бронза ОЦС 6—6—	Сталь 40	Дюралюмин закаленный Д1
				13	18	15	60—72	42
		...0	50	0	—	6	19	15
...5	20	35	80	200—250	170—229	60	217	113

...риближенно по результатам предварительной обра... Технологические испытания производятся с целью ...я пригодности материала для различных видов обра-

2. ЧУГУН И ЕГО СВОЙСТВА

...мое широкое распространение в качестве машинострои... ...ных материалов получили чугун и сталь — сплавы железа ...углеродом. В зависимости от процентного содержания угле... ...рода и состояния, в котором углерод находится в этих сплавах, и определяются их механические и технологические свойства.

Содержание углерода в чугуне, как правило, колеблется от 1,7 до 5%, а в стали не превышает 1,7%. В состав чугуна в качестве его компонентов, кроме железа и углерода, входят кремний, марганец, фосфор и другие элементы. Фосфор и сера являются вредными примесями, и их содержание в чугуне обычно колеблется в десятых и сотых долях процента. Правда, в некоторые марки чугуна специально вводят некоторое количество фосфора для повышения литейных свойств, так как фосфор придает чугуну большую жидкотекучесть.

На машиностроительных заводах при плавке в вагранках состав шихты подбирается таким, чтобы чугун имел строго определенный химический состав, в зависимости от тех требований, которые будут предъявлены к готовой детали.

Механические свойства и назначение различных марок серого чугуна приведены в табл. 3.

В условных обозначениях марок чугуна указывается предел прочности при растяжении $\sigma_в$ и предел прочности при изгибе $\sigma_и$,

Таблица 3

Механические свойства и назначение марок серого чугуна

Марка	Предел прочности в $кг/мм^2$		Твердость по Бринеллю в $кг/мм^2$	Назначение
	при растяжения	при изгибе		
СЧ 12—28	12	28	143—229	Для изделий тонкого сечения: частей подшипников, вентилей, барабанов, блоков и т. д.
СЧ 15—32	15	32	163—229	Для отливок со стенками среднего сечения: зубчатых колес, роликов, втулок и т. д.
СЧ 18—36	18	36	170—229	Для толстостенных отливок: муфт, тормозных шкивов и колодок
СЧ 21—40	21	40	170—241	Для массивных отливок: крупных червячных колес, станин, кареток и т. д.
СЧ 24—44 СЧ 28—48	24 28	44 48	170—241 170—241	Для особо ответственных отливок арматуры и деталей аппаратов и машин
СЧ 32—52 СЧ 35—56 СЧ 38—60	32 35 38	52 56 60	187—255 197—269 207—269	Для толстостенных и работающих в тяжелых условиях отливок: тяжелонагруженных ходовых и зубчатых колес

Например, марку чугуна СЧ 18—36 следует понимать так: серый чугун с пределом прочности при растяжении $\sigma_в = 18$ $кг/мм^2$ и пределом прочности при изгибе $\sigma_и = 36$ $кг/мм^2$.

Более высокая прочность, жаростойкость, кислотоупорность чугунных отливок может быть получена введением в чугун специальных легирующих примесей (марганца, кремния, хрома, никеля, молибдена). Кроме легирования, есть и другой способ улучшения свойств чугуна — модифицирование. Модифицирование осуществляется путем ввода в жидкий чугун перед его разливкой в малых количествах специальных добавок — модификаторов (размельченного ферросилиция, магния), способствующих улучшению свойств сплавов за счет измельчения структурных составляющих и изменения их формы. Например, вводя в чугун магний, получают графит шаровидной формы.

Марки серого модифицированного чугуна обозначаются буквами СМЧ и цифрами, соответствующими величине предела прочности при растяжении и при изгибе. Модифицированный чугун применяется для отливки деталей сложной формы с резкими переходами от толстых стенок к тонким (например, рам и корпусов с ребрами жесткости) ответственных зубчатых колес и подобных им сложных деталей машин.

В некоторых отраслях машиностроения для изготовления деталей сложной формы, испытывающих ударные нагрузки, применяется ковкий чугун, т. е. чугун с более высокими пластическими свойствами. Условное обозначение марок ковкого чугуна включает буквы КЧ и две двузначные цифры, первая из которых означает величину предела прочности при растяжении, а вторая — относительное удлинение в процентах. В настоящее время ковкий чугун все более и более вытесняется модифицированным серым чугуном с шаровидным графитом.

3. СТАЛИ И ИХ СВОЙСТВА

Как уже известно, стали отличаются от чугуна меньшим содержанием углерода. Сталь может быть получена: в томассовском и бессемеровском конверторах, в мартеновских и электрических печах. Марки конверторной стали обозначаются буквами Б и Т (Б — бессемеровская и Т — томассовская), мартеновской — буквой М.

По химическому составу все стали можно разделить на две группы: углеродистые и легированные.

Сталь называется углеродистой, если основным элементом, определяющим ее свойства, является углерод. В состав этой стали, кроме углерода, входят марганец и кремний. Чем больше в стали углерода, тем она тверже, лучше принимает закалку, но хуже сваривается. В зависимости от назначения и содержания углерода, углеродистые стали делятся на конструкционные и инструментальные.

Конструкционная сталь содержит до 0,7% углерода и применяется для изготовления деталей машин и строительных конструкций. Сталь с содержанием углерода от 0,65 до 1,35% называется углеродистой инструментальной и применяется для изготовления различных инструментов.

Конструкционные углеродистые стали делятся на стали обыкновенные и повышенного качества (ГОСТ 380—57) и качественные стали (ГОСТ 1050—60). В зависимости от назначения и гарантируемых характеристик по ГОСТ 380—60 стали делятся на две группы А и Б и одну подгруппу В. Для сталей I группы гарантируются определенные механические свойства и они обычно могут применяться без дополнительной термической обработки. Стали группы А маркируются так: Ст. 0; Ст. 1; Ст. 2;

Ст. 2 кп; Ст. 3 кп; Ст. 3; Ст. 4; Ст. 4а; Ст. 5; Ст. 6; Ст. 7. Способы изготовления стали (мартеновский, бессемеровский и др.) указываются в сертификате. Предел прочности при растяжении для этих сталей гарантируется в следующих пределах: не менее 32 *кг/мм²* для Ст. 0; 32—40 *кг/мм²* для Ст. 1; 34—42 *кг/мм²* для Ст. 2. Для марок Ст. 3—Ст. 7 наименьшее значение предела прочности $\sigma_в$ примерно равно числу, в десять раз большему числа, определяющего марку стали, т. е. Ст. 5, например, имеет $\sigma_в \approx 50$ *кг/мм²*.

Для сталей группы Б гарантируется определенный химический состав, но не гарантируются механические свойства. Эти стали маркируются буквой, указывающей на способ их получения, и цифрой, соответствующей их марке: марки бессемеровской стали БСт. 0; БСт. 3 кп; БСт. 3; БСт. 4 кп; БСт. 4; БСт. 5; БСт. 6 и мартеновской МСт. 0; МСт. 1 кп; МСт. 2 кп; МСт. 3 кп; МСт. 3; МСт. 4 кп; МСт. 4; МСт. 5; МСт. 6; МСт: 7.

Подгруппу В составляют стали повышенного качества, контролируемые одновременно по химическому составу и механическим свойствам. К ним относятся следующие марки сталей: ВСт. 3 кп; ВСт. 3; ВСт. 4; ВСт. 5.

Конструкционные углеродистые качественные стали по ГОСТ 1050—60 в зависимости от химического состава подразделяются на 2 группы и маркируются цифрами, указывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента. К I группе относятся следующие марки сталей: 05 кп; 08 кп; 08; 10 кп; 10; 15 кп; 15; 20 кп; 20; 25 и т. д. до 85. У данных сталей гарантируются одновременно и химический состав и механические свойства. Повышенное качество этих сталей в основном достигается за счет уменьшения в них процентного содержания серы и фосфора. Ко II группе углеродистых качественных сталей относятся стали с повышенным содержанием марганца: марки 15Г; 20Г; 25Г; 30Г и т. д. до 70Г.

Буква Г означает, что сталь имеет повышенное содержание марганца.

Химический состав, свойства и область применения некоторых марок качественных сталей приводятся в табл. 4.

Углеродистые инструментальные стали применяются для изготовления кузнечно-слесарного, штамповочного и металлорежущего инструмента. ГОСТ 1435—54 рекомендует следующие марки инструментальной стали: У7; У8; У8Г; У9; У10Г; У11; У12; У13 и такие же марки с индексом А. В обозначениях марок углеродистых инструментальных сталей буква У означает, что сталь инструментальная углеродистая, а цифра после буквы указывает на среднее количество углерода в десятых долях процента. Буква Г указывает на повышенное содержание марганца, доходящее до 1%. Буква А, расположенная после цифры, означает, что сталь

Таблица 4

Состав, свойства и область применения качественных углеродистых сталей

Марка	Содержание в %		Механические свойства			Область применения
	углерода	марганца	предел прочности при растяжении в $кг/мм^2$ не менее	относительное удлинение в % не менее	твердость по Бринеллю в $кг/мм^2$ не более	
15	0,12—0,18	0,35—0,65	40—49	29	143	Шестерни коробок скоростей и валы, подвергаемые цементации, шпонки и крепежные детали
20	0,17—0,24	0,35—0,65	44—54	26	156	Шестерни дифференциала, шатунные пальцы и другие автомобильные и тракторные детали
30	0,27—0,34	0,50—0.80	52—62	22	179	Шпонки, оси, неответственные поковки
40	0.37—0,44	0,50—0,80	60—72	19	217	Шпиндели, коленчатые валы, диски и др.
45	0,42—0,49	0,50—0,80	64—76	17	229	Зубчатые рейки, червяки, шпонки, шлицевые валы
40 Г	0,37—0.44	0,70—1,00	64—76	18	229	
30 Г2	0,27—0,34	1,40—1,80	64—76	17	241	

Примечание. Во всех указанных марках стали, кроме углерода и марганца, содержится: кремния 0.17÷0.37%; серы не более 0.045%; фосфора не более 0.04%; никеля и хрома не более 0.30%.

высококачественная, т. е. имеет содержание серы до 0,02% и фосфора до 0,03%. Марки без индекса А относятся к категории качественной стали.

Состав, свойства и назначение некоторых марок углеродистых инструментальных сталей приведены в табл. 5.

Таблица 5

Состав, свойства и назначение качественных углеродистых инструментальных сталей

Марка	Содержание в %		Твердость после термообработки по Роквеллу	Примерное назначение
	углерода	марганца		
У7	0,65—0,74	0,20—0,74	Не ниже 62	Зубила, молотки, стамески
У8	0,75—0,84	0,20—0,40	То же	Клейма, штампы
У10	0,95—1,04	0,15—0,35	» »	Развертки, плашки, резцы и вырубные штампы
У12	0,15—1,24	0,15—0,35	» »	Сверла, шиберы, развертки, метчики, плашки

Примечание. Содержание остальных примесей ограничивается следующими пределами: кремния 0,15—0,35%; хрома не более 0,2%; серы не более 0,03%; фосфора не более 0,04%.

Легированными сталями называются стали, содержащие в своем составе, кроме обычных элементов, еще и специальные примеси: хром, вольфрам, кобальт, никель, ванадий, молибден, титан, алюминий и медь — или же имеющие увеличенное содержание марганца и кремния. Каждый из легирующих элементов в отдельности сообщает стали особые свойства. Например, хром способствует уменьшению зерна, увеличивает прочность, твердость, износостойкость, жаростойкость, стойкость против коррозии и прокаливаемость стали. Никель повышает прочность, вязкость, жаростойкость и сопротивляемость коррозии. Вольфрам придает стали красностойкость и увеличивает прокаливаемость стали. Молибден повышает прочность, твердость и жароустойчивость, но снижает пластичность и вязкость. Кобальт повышает прочность и пластичность. Кремний при содержании его свыше 0,8% повышает упругость, прочность и твердость, но снижает ударную вязкость. Марганец при содержании свыше 1% повышает прочность и твердость, увеличивает прокаливаемость и несколько снижает ударную вязкость. Титан придает сталям твердость и способствует образованию мелкозернистой структуры. Алюминий повышает жароустойчивость и способствует созданию хороших условий для азотирования стали. Медь повышает устойчивость против коррозии и против действия кислот.

Легированные стали делятся на конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами.

В принятой буквенно-цифровой маркировке легированной стали буквами обозначаются группы сталей: Ж — нержавеющая сталь, Х — хромистая, Я — нержавеющая хромоникелевая, Е — магнитная, Р — быстрорежущая и Ш — шарикоподшипниковая. Легирующие компоненты также обозначаются буквами: Н — никель, Х — хром, В — вольфрам, М — молибден, К — кобальт, Ф — ванадий, С — кремний, Г — марганец, Т — титан, Ю — алюминий, Д — медь, Р — бор.

Цифры, стоящие после букв, указывают процентное содержание данной примеси в стали. Цифры, находящиеся в начале обозначения марки, указывают содержание углерода в десятых или сотых долях процента. При содержании углерода более 1% цифры в начале маркировки отсутствуют. Высококачественные стали дополнительно отмечаются буквой А в конце обозначения.

Рассмотрим примеры некоторых обозначений ГОСТ 4543—57: 15Х — хромистая сталь с содержанием углерода 0,15% и хрома до 1%; 30ХМА — высококачественная хромомолибденовая сталь с содержанием углерода 0,3%, хрома и молибдена до 1%; 12Х2Н4А — высококачественная хромоникелевая сталь с содержанием углерода 0,12%, хрома 2% и никеля 4%; 40ХГС — хромокремнемарганцовая сталь с содержанием углерода 0,4%, хрома до 1%, марганца до 1%, кремния до 1%.

Для обработки металлов резанием широко применяются быстрорежущие легированные стали Р18 и Р9. Эти стали содержат от 0,7 до 0,9% углерода, от 3,8 до 4,4% хрома, от 1 до 2,6% ванадия и вольфрама 18% в стали Р18 и 9% в стали Р9. Особенность этих сталей состоит в том, что они сохраняют режущие свойства при нагреве их до 600°. Дополнительно из инструментальных легированных сталей следует назвать хромистые стали Х12Ф и ХГ, употребляемые, например, для изготовления калибров и метчиков; хромокремнистую сталь марки 9ХС, применяемую для изготовления сверл, разверток и метчиков; хромовольфрамовую сталь ХВ5, идущую на изготовление фрез и резцов.

Легированные стали и сплавы на железной основе с особыми свойствами содержат в своем составе большое количество легирующие компоненты, сочетание которых придает сталям жаропрочность, антикоррозийность, большое электрическое сопротивление и другие ценные свойства. Так, например, сталь марки 1Х18Н9Т — хромоникелевая нержавеющая сталь с содержанием около 0,1% углерода, 18% хрома, 9% никеля, около 1% титана отличается высокой кислотоупорностью и применяется для изготовления аппаратов на заводах химического машиностроения; марганцовистая сталь марки Г13, называемая сталью Гадфильда, содержащая от 11 до 14% марганца, хорошо работает на истирание и применяется для изготовления зубьев ковшей экскаваторов и железнодорожных стрелок.

4. ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ

Режущие инструменты, изготовленные из углеродистой и легированной инструментальной стали, обладают низкой теплостойкостью. Уже при температуре 180—220° они теряют свою твердость. Даже быстрорежущая сталь марок Р18 и Р9 при нагреве до 550—600° теряет режущие свойства. Однако современные высокопроизводительные процессы резания происходят при более высоких температурах. Чтобы обеспечить возможность обработки металла при таких температурах (900—1000°), применяют металлокерамические твердые сплавы, характеризующиеся высокой теплостойкостью и износостойкостью при резании.

Металлокерамические твердые сплавы получаются в результате предварительного смешивания, последующего прессования и спекания металлических порошков карбида вольфрама и карбида титана с кобальтом при температуре 1400—1600°. Пластинки из твердых сплавов делаются самой разнообразной формы, не требуют дополнительной обработки, кроме заточки, имеют высокую твердость (85 R_A) и обладают красностойкостью, доходящей до 1200°, что обеспечивает резание металла на повышенных скоростях.

Наша промышленность изготовляет пластинки из металлокерамических сплавов следующих марок: вольфрамокобальтовой группы — ВК2; ВК3; ВК6; ВК8; ВК10; ВК15 и титанокобальтовой группы — Т5К10; Т14К8; Т15К6; Т30К4 и Т60К6. В вольфрамокобальтовых сплавах буква К и стоящие за ней цифры показывают содержание кобальта в процентах, остальное — карбиды вольфрама. Например, сплав ВК8 состоит из 8% кобальта и 92% карбидов вольфрама. В титанокобальтовых сплавах буква Т и стоящие за ней цифры показывают содержание титана в процентах, буква К и цифра за ней — содержание кобальта в %. Так, сплав Т15К6 содержит кобальта 6%, карбидов титана 15%, остальное — карбиды вольфрама.

За последнее время для резания с ударной нагрузкой (при обработке прерывистых поверхностей, например при расточке отверстий со шпоночными пазами) применяются сплавы тантало-титановой группы, обладающие меньшей хрупкостью, чем перечисленные выше сплавы.

5. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ И ЧУГУНА

Выбор металла для изготовления деталей определяется его физическими, механическими и технологическими свойствами, которые могут изменяться в зависимости от химического состава данного металла или его структуры. Изменение структуры металла достигается различной термической (тепловой) обработкой.

Наиболее распространенными видами термической обработки стали являются отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Отжигом называется термическая обработка, при которой металл нагревается до определенной температуры, выдерживается при этой температуре, а затем медленно охлаждается. Отжиг может быть произведен с целью получения мелкозернистого строения металла, понижения твердости или снятия внутренних напряжений, оставшихся в металле после отливки, ковки, штамповки или сварки.

Закалкой называется такая термическая обработка, при которой детали нагреваются до определенной температуры, а затем быстро охлаждаются. Закалка производится с целью повышения твердости, прочности и упругости конструкционных сталей и с целью увеличения твердости и износостойкости инструментальных сталей. В настоящее время широко практикуется поверхностная закалка, выполняемая с целью повышения твердости поверхностного слоя металла детали с мягкой, пластичной сердцевиной.

Нагрев при поверхностной закалке производится кислородно-ацетиленовым пламенем или токами высокой частоты. Глубина прокаливания в этом случае составляет от 1 до 10 *мм*. Для нагрева токами высокой частоты деталь помещают в магнитное поле, возникающее при прохождении электрического тока по индуктору. Нагрев длится несколько секунд, после чего деталь быстро охлаждают.

Отпуском называется такая термическая обработка, при которой закаленные детали также нагреваются до определенной температуры, выдерживаются при ней, а затем охлаждаются. Отпуск применяется для снижения хрупкости, улучшения обрабатываемости, уменьшения внутренних напряжений и частично для изменения твердости. Чем выше температура нагрева металла при отпуске, тем ниже твердость, но выше пластичность и ударная вязкость его после отпуска.

Нормализация представляет собой нагрев детали примерно до той же температуры, что и при закалке, и охлаждение на воздухе. Нормализация необходима для повышения механических свойств металла и улучшения его обрабатываемости.

Обработка холодом, или отпуск при отрицательных температурах, заключается в погружении закаленных деталей в смесь сухого льда и спирта при температуре —78,5° или в жидкий азот при температуре —196°. В результате такой обработки инструментальных сталей повышается твердость и износостойкость, а также сохраняется постоянство размеров изготовленного из них инструмента.

С целью улучшения механических качеств чугунных отливок применяются: а) отжиг для снятия внутренних напряжений; б) отжиг для понижения твердости (отбеленный чугун); в) нормализация; г) закалка для повышения прочности (серый чугун).

6. ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Наряду с термической обработкой металла, широкое распространение получили способы тепловой обработки, меняющие не только внутреннее строение, но и химический состав наружных слоев стали. Изменение химического состава поверхностного слоя при такой обработке происходит в результате диффузии, т. е. проникновения в нагретый металл различных веществ из внешней среды, например углерода, азота, хрома, алюминия и других элементов. Применение того или иного вида химико-термической обработки зависит от назначения и условий эксплуатации обрабатываемых деталей, т. е. от того, работают ли они на удар, истирание или на усталость.

Из всех способов химико-термической обработки чаще всего применяется цементация, т. е. науглероживание поверхности малоуглеродистых сталей. В результате цементации поверхность деталей получает высокую твердость, а сердцевина остается пластичной. Несколько реже применяется азотирование, состоящее в насыщении поверхностного слоя стальных деталей азотом, получаемым из аммиака. Процесс одновременного насыщения поверхностного слоя углеродом и азотом с целью повышения твердости и прочности носит название цианирования.

Кроме указанных способов химико-термической обработки, распространены такие способы, как алитирование, представляющее собой насыщение поверхности сталей алюминием и придающее им жаростойкость; хромирование, т. е. покрытие поверхностей хромом, повышающее твердость и сопротивление износу и коррозии, и, наконец, силицирование, или насыщение поверхностного слоя кремнием с целью повышения стойкости против износа, коррозии и температурных влияний.

7. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

Кроме черных металлов, в промышленности широко применяются цветные металлы: медь, олово, цинк, свинец, никель, алюминий, магний, сурьма, а также сплавы этих металлов: бронза, латунь, нейзильбер, монель, мельхиор, дюралюминий и др.

Основными сплавами на медной основе являются латунь и бронза. Латунью называют сплав меди со значительным количеством цинка, доходящим до 45%. Если в латуни, кроме меди и цинка, присутствуют никель, алюминий, марганец и другие элементы, то латунь называют специальной. Чем больше цинка в латуни, тем она прочнее.

Марки латуни имеют буквенные и цифровые обозначения, в которых первая буква — Л — указывает на наименование сплава (латунь), а последующие на наличие того или иного элемента, например Ж — железа, Мц — марганца, О — олова, Н — никеля,

К — кремния, С — свинца, А — алюминия. Стоящие после буквенных обозначений две первые цифры указывают на содержание меди в процентах, а последующие, в том же порядке, в котором записаны буквенные обозначения, на содержание легирующих примесей в процентах. Так, например, обозначение марки алюминиево-железистомарганцовой латуни ЛАЖМц 66—6—3—2 следует читать так: латунь с содержанием меди 66%, алюминия 6%, железа 3%, марганца 2%, остальное цинк.

Бронзой называется сплав меди с другими элементами, но обычно без цинка или же с малым содержанием цинка. Бронзы, в состав которых входит олово, носят название оловянистых бронз. С увеличением содержания олова до 17% бронзы приобретают повышенную твердость и высокий предел прочности при растяжении. Бронза, содержащая до 8% олова, имеет хорошую пластичность, а при увеличении содержания его до 14% становится способной принимать термическую обработку.

Таблица 6

Некоторые марки бронз и их применение

Марка	Название	Примерное назначение
Бр. ОЦС 6—6—3	Оловянно-свинцово-цинковая	Антифрикционные детали
Бр. ОЦС 5—5—5		
Бр. ОЦС 4—4—17	То же	То же
Бр А5 и Бр. А7	Алюминиевая	Лента, полосы
Бр. АЖС—7—1,5—1,5	Алюминиевожелезосвинцовая	Фасонное литье
Бр. АЖН 10—4—4	Алюминиевожелезоникелевая	Прутки, литье, поковки, зубчатые колеса и др.
Бр. КМц 3—1	Кремнемарганцовая	Полосы, ленты, прутки
Бр. АЖН 11—6—6	Алюминиевожелезоникелевая	Ответственное фасонное литье
Бр. СН 60—2,5	Свинцовоникелевая	Заливка по стали (подшипники)
Бр Мц—5	Марганцовая	Литье

Поскольку олово является дорогостоящим металлом, оловянистые бронзы применяют только в особо ответственных случаях. Полноценными заменителями оловянистой бронзы являются специальные бронзы, имеющие в своем составе вместо олова алюминий, марганец, бериллий, свинец и некоторые другие металлы. Бронзы маркируются буквами Бр, что указывает на наименование сплава (бронза); затем следуют буквы элементов, составляющих сплав, и в конце записываются в том же порядке, отделенные черточками цифры среднего процентного содержания перечисленных элементов. Так, обозначение оловянистой бронзы

Бр ОЦС 6—6—3 читается следующим образом: бронза оловянно-свинцовоцинковая с содержанием 6% олова, 6% цинка, 3% свинца и остальное медь. Некоторые марки бронз приведены в табл. 6.

Медноникелевые и никелевые сплавы обладают высокими механическими свойствами. Они отличаются устойчивостью против коррозии и жаропрочностью. Наиболее распространены следующие марки никелевых сплавов; хромель 1НХ9,5, алюмель НМцАК 2—2—1, монель НМЖМц 28—2,5—1,5 и медноникелевых сплавов: мельхиор МНЖМц 30—0,8—1, мельхиор МН19, константан МНМц 40—1,5, манганин МНМц 3—12 и др. В обозначениях никелевых сплавов буква Н указывает на вид сплава (никелевый), последующие буквы — перечисляют наименования входящих в сплав легирующих элементов, а цифры означают их процентное содержание. Так, например, сплав монель марки НМЖМц 28—2,5—1,5 содержит 28% меди, 2,5% железа, 1,5% марганца и остальное никель.

Таблица 7

Баббиты и их применение

Марка	Название	Примерное назначение
Б83	Оловянистый	Подшипники особо нагруженных машин
БН	Никелевый	Подшипники турбин мощностью 1200 *л. с.* и насосов мощностью 2000 *л. с.*
БТ	Теллуристый	Подшипники тракторов и автомобилей
БС	Свинцовистый	Подшипники машин высокого давления
БК	Кальциевый	То же

Для изготовления металлических листов и ленты, а также поковок специальных деталей применяются деформируемые алюминиевые сплавы. Среди них главное место занимает дюралюминий, средний химических состав которого следующий: 3,5% меди, 0,5—1,8% магния, 0,3—0,8% марганца, 0,5—1,2% кремния, 0,1% железа и остальное алюминий.

Марки дюралюминия Д18П; Д3П; Д1; Д16 имеют в своем составе кроме алюминия различное количество меди, магния и марганца. В маркировке сплавов буква Д обозначает наименование сплава (дюралюминий), а цифра порядковый номер марки сплава по стандарту. Для повышения механических свойств, дюралюмин подвергается закалке при температуре 500° с охлаждением в воде и с последующим естественным старением в течение 3—5 суток.

Для заливки вкладышей подшипников находят применение сплавы, называемые баббитами. Баббиты — это сплавы олова со свинцом, сурьмой и медью. В качестве присадок в баббитах также используются никель, теллур, кадмий и кальций. Наиболее употребительны две марки баббитов — Б83 и Б16, применяемые для изготовления особо ответственных вкладышей подшипников. В условном обозначении баббита марки Б83 буква обозначает наименование сплава (баббит), а цифра указывает процентное содержание олова. Баббит данной марки содержит 5,5—6,5% меди, 10—12% сурьмы и 83% олова.

Маркировка и назначение баббитов некоторых марок приведены в табл. 7.

8. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Пластмассы. Пластическими массами называют такие искусственные материалы органического происхождения, из которых под действием давления и температуры могут быть получены готовые детали с различными физическими и механическими свойствами.

Состоят пластмассы из смолы и наполнителя. Для пластмасс применяются главным образом смолы, полученные путем переработки каменного угля, нефти и других видов сырья. В качестве наполнителя используются: древесная мука, лен, хлопок, хлопчатобумажная ткань, бумага и стеклянные нити.

В зависимости от наполнителя различают пластмассы порошковые, волокнистые, слоистые и прозрачные. Прозрачные пластмассы состоят из чистых смол и не содержат наполнителя.

Коротко расскажем о некоторых видах пластмасс.

Текстолит представляет собой слоистый пластический материал, полученный путем прессования при температуре 140—170° полотнищ хлопчатобумажной ткани, уложенных слоями и пропитанных смолой. Выпускается текстолит в листах толщиной от 0,5 до 70 *мм*, в виде стержней диаметром от 6 до 60 *мм* и в виде шестигранных прутков. Удельный вес текстолита составляет 1,3—1,4 $г/см^3$, а предел прочности при растяжении $\sigma_в = 1200$—1600 $кг/см^2$. Этот материал обладает хорошей бензомасловодостойкостью и отличными антифрикционными свойствами, в связи с чем успешно используется для изготовления вкладышей подшипников и накладок на направляющие станков. При коэффициенте трения текстолита, равном 0,003—0,006, износостойкость изготовленных из него подшипниковых втулок в 15—20 раз больше, чем бронзовых. Высокие механические свойства текстолита позволяют использовать его для изготовления шестерен, шкивов и других тяжело нагруженных деталей машин.

Гетинакс — материал, аналогичный текстолиту, только здесь наполнителем служит не ткань, а бумага, пропитанная осо-

бым составом. Этот вид пластмассы также обладает высокой механической прочностью, хорошо сопротивляется усилиям растяжения, сжатия, изгиба и находит широкое применение для изготовления различных крышек, панелей, втулок, шестерен, шкивов и других подобных деталей.

Древесно-слоистые пластмассы и пластифицированная древесина получаются на основе древесного шпона. Эти пластмассы характерны высокой механической прочностью и хорошими антифрикционными свойствами при сравнительно небольшом удельном весе. Так, например, на одном заводе после установки на чугунные направляющие расточного станка накладок из древесно-слоистого пластика долговечность этих направляющих возросла вдвое.

Стеклопласты состоят из наполнителя (стеклянное волокно, картон из стеклянных волокон) и связующего вещества. Эти материалы обладают высокими механическими свойствами (предел прочности при растяжении 700 *кг/см*²) и высокой теплостойкостью (185—200°). Из стеклопласта прессуют крупногабаритные детали автомашин (кузова, дверки, крылья).

Фенопласты изготовляются на основе фенольноальдегидных смол с применением наполнителей (древесная мука, очесы, асбест). Изделия из фенопласта не разлагаются при нагревании, не поддаются действию горячего масла и не горят. Поэтому они широко используются в машиностроении для изготовления, например, деталей тормозных устройств, рукояток различных рычагов и корпусов теплоизмерительных и электроизмерительных приборов.

Винипласт применяется чаще всего как химически стойкий материал. Выпускают его в виде листов толщиной от 1 до 20 *мм*, угольников, стержней и труб. Сложные и крупные детали из винипласта изготовляются при помощи сварки. Сварка производится путем разогрева свариваемых листов и присадочного прутка в струе горячего воздуха, имеющего температуру 180—200° и давление 0,5 *ат*.

Широкое применение в промышленности нашли фторопласты, обладающие высокой стойкостью против всех органических растворителей, щелочей, кислот, а также хорошей теплостойкостью и морозостойкостью. Эти пластмассы рекомендуются для изготовления всевозможных уплотнительных деталей (прокладок, сальниковых набивок, манжет), разнообразных радиотехнических и химически стойких деталей (дисков, колец, труб, корпусов аккумуляторов и т. д.).

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Перечислите основные физические свойства материалов и дайте их определение.
2. В чем состоят различные способы испытания твердости?

3. Какие знаете механические свойства материалов и как использовать эти свойства в производстве?

4. Какие виды чугунов вам известны, какова их характеристика, способы получения и область применения?

5. Какие чугуны называются легированными? Что такое модифицирование чугуна?

6. Прочтите следующие обозначения марок чугуна: СЧ 18—36; СМЧ 35—56; КЧ 33—8.

7. Расскажите об известных вам способах производства стали.

8. Как подразделяются стали в зависимости от их химического состава и от назначения?

9. Перечислите три группы сталей в зависимости от их качества и дайте характеристику каждой группы.

10. Прочтите следующие обозначения марок сталей: МСт. 3; БСт. 3; 30Г; У10; У7А.

11. Какие легирующие элементы применяются при производстве стали и какие свойства они придают сталям?

12. Определите примерный химический состав и качество следующих марок легированных сталей: 15Х; 40ХСА; 25НА; 30ХГС; 35ХМФА; 60С2ХА; ШХ6; Х10С2М; Х25Н20С2; 9ХС; ХО9; 6ХВ2С; ХВГ; Р18; Р9.

13. Что такое закалка и каково ее назначение?

14. Охарактеризуйте сущность и назначение отжига, отпуска и нормализации.

15. Какие виды химикотермической обработки вам известны? Расскажите об их сущности и назначении.

16. В чем состоит различие между латунью и бронзой? Какие марки медных сплавов вам известны и каков их химический состав?

17 Какие существуют никелевые и алюминиевые сплавы и в чем их особенности?

18. Что такое баббит? Назовите марки баббита и область его применения.

19. Что такое пластмасса и какие виды пластмасс вам известны?



ГЛАВА II

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

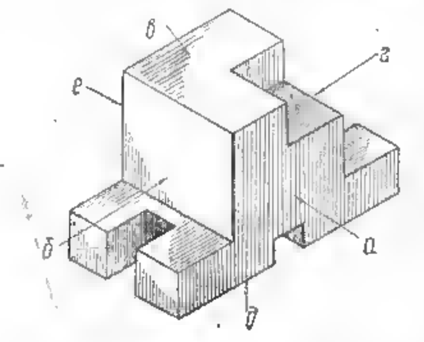
9. ИЗОБРАЖЕНИЕ ДЕТАЛИ НА ЧЕРТЕЖЕ

Рабочим чертежом называется изображение на плоскости детали или изделия в целом в необходимом количестве видов, дающих ясное представление о форме и размерах изображенного. Помимо этого, на рабочем чертеже указывают основные сведения о материале, из которого изготовлена данная деталь, о чистоте обработки ее поверхностей и о дополнительных технических требованиях к выполнению данной детали.

Разбор чертежа или, как говорят, его чтение и состоит в том, чтобы на основе вычерченного изображения, всевозможных условных обозначений и надписей узнать все необходимое, что требуется для изготовления детали или изделия. В машиностроительном черчении принято изображать детали посредством вычерчивания отдельных видов, связанных между собою определенным взаимным расположением.

Под словом «вид» понимается изображение детали с одной какой-либо ее стороны. Необходимое число видов на чертеже зависит от сложности изображаемой детали.

Согласно стандарту, каждый вид занимает строго определенное место на поле чертежа и не может быть расположен произвольно. Каков же порядок расположения видов на чертеже? Для ответа обратимся к техническому рисунку, представленному на фиг. 1. В качестве главного вида следует принять переднюю поверхность, поскольку она дает наиболее ясное представление об общей форме детали (фиг. 2, *а*). После изображения главного



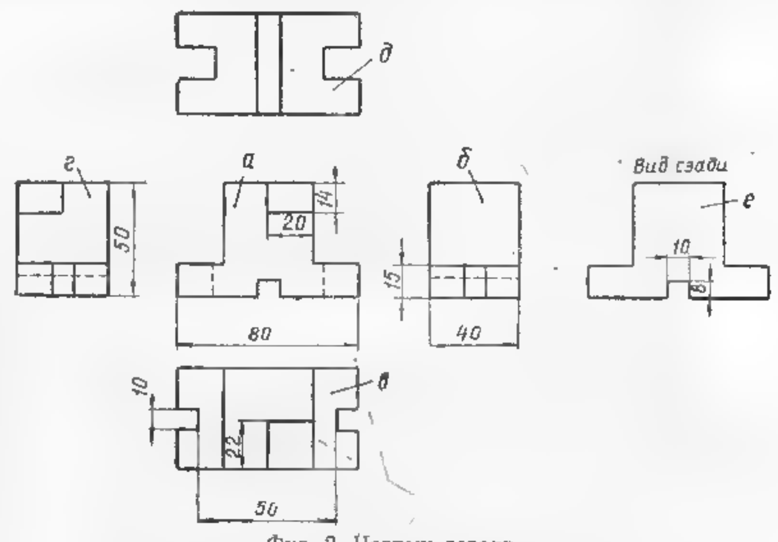
Фиг. 1. Технический рисунок детали.

вида можно вычертить вид слева, т. е. со стороны выступа (см. фиг. 1). Для этого деталь следует повернуть слева направо на 90° и вычертить ее изображение в правой стороне от главного вида (фиг. 2, *б*).

Однако главный вид и вид слева еще не дают полного представления о форме детали: необходим дополнительный вид сверху. Этот вид может быть получен, если деталь повернуть на 90° из положения главного вида «на себя». Вид сверху вычерчивается строго под главным видом (фиг. 2, *в*). Вид справа будет видом со стороны выступа *г* (см. фиг. 1). Его получают, поворачивая деталь в левую сторону на 90° из положения главного вида. Вид справа вычерчивается с левой стороны от главного вида (фиг. 2, *г*). Вид снизу дается со стороны основания, для чего деталь поворачивают на 90° из положения главного вида в направлении «от себя». Вид снизу следует вычертить над главным видом (фиг. 2, *д*). Наконец, вид сзади получится, если деталь из положения, при котором вычерчивался ее вид слева, повернуть еще на 90° в правую сторону. Изображение этого вида располагается вправо от вида слева (фиг. 2, *е*).

Чтобы безошибочно разбираться в чертежах, нужно твердо запомнить, где какой вид располагается, и ясно представлять правила поворота детали для вычерчивания ее видов. Читая чертеж, следует просматривать все виды, так как разбор части видов

может ввести в заблуждение и изготовленная деталь не будет соответствовать чертежу. Правда, для простых деталей часто оказывается достаточно изображения одного, двух или трех видов.



Фиг. 2. Чертеж детали:

а — главный вид; *б* — вид слева; *в* — вид сверху; *г* — вид справа; *д* — вид снизу; *е* — вид сзади.

10. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

Угловой штамп. На рабочем чертеже, кроме изображения видов, имеется ряд указаний, относящихся к наименованию детали, ее номеру и материалу, из которого изготовляется деталь. Эти данные обычно даются в угловом штампе, вычерченном в правом нижнем углу чертежа. Здесь же имеются указания и о масштабе.

Масштаб показывает, во сколько раз изображение детали на чертеже больше или меньше натуральной величины детали. Условное обозначение масштаба записывается следующим образом: М 1 : 1; М 5 : 1; М 1 : 2 и т. д., где буква М обозначает слово «масштаб». Если первая цифра в обозначении больше второй, это означает, что деталь показана в увеличенном виде. Если она меньше, то значит и изображение на чертеже уменьшено против действительных размеров детали.

Линии чертежа. Для обводки машиностроительных чертежей государственным стандартом установлены три типа линий: сплошные, штриховые и штрих-пунктирные.

Сплошные линии применяются для проведения линий рамок и видимого контура детали, размерных и выносных линий,

линий штриховки, сечения и разрезов и, наконец, линий построения.

Штриховые линии состоят из штрихов длиной 4—6 *мм* и промежутков, равных 1—1,5 *мм*. Эти линии применяются для изображения невидимого контура детали, а также для вычерчивания условных изображений резьбы и шестерен.

Штрих-пунктирные линии служат для проведения осевых и центровых линий и линий начальных окружностей зубчатых колес. Что же собой представляют осевые и центровые линии? Если какая-либо деталь имеет две равные, причем совершенно одинаковые по форме половины (левую и правую или верхнюю и нижнюю), то такие детали называются симметричными, а линия, которая делит такую деталь пополам, — осью симметрии. Оси симметрии, проведенные в окружности, называются центровыми линиями. При обработке деталей (особенно на расточных станках) положение таких линий имеет особенно важное значение, так как очень часто настройка детали ведется именно по этим линиям, нанесенным на поверхности детали при разметке.

Размеры. Государственным стандартом установлены общие правила нанесения размеров на чертежах. Согласно этим правилам, следует иметь в виду: 1) что основанием для суждения о размерах детали могут служить только цифровые величины, проставленные между размерными линиями, независимо от масштаба чертежа. Если же какой-либо размер не указан, то определять его путем измерения вычерченного изображения детали не разрешается; 2) что размеры на машиностроительных чертежах проставляются всегда в миллиметрах без указания при размерных числах единицы измерения.

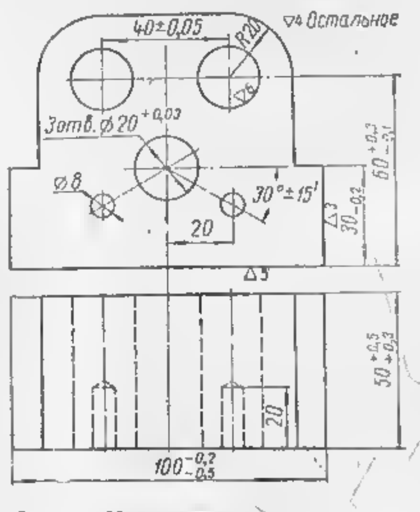
Кроме различных размеров, на чертежах еще встречаются два рода размерных надписей: «уклон 1 : 10» или «конусность 1 : 10». Первая означает, что высота наклонной поверхности изменяется на 1 *мм* на каждые 10 *мм* длины; вторая — что диаметр изменяется на 1 *мм* на каждые 10 *мм*.

11. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ И ИХ ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ

Понятие о взаимозаменяемости. Любая машина состоит из отдельных деталей, соединенных между собою различными способами. При серийном и массовом производстве машин, а также при изготовлении запасных частей необходимо, чтобы каждая деталь машины при сборке подходила к своему месту или допускала замену ее другой такой же деталью без слесарной обработки и пригонки, причем эта замена не должна вызывать нарушения нормальной работы механизма. Детали, удовлетворяющие перечисленным условиям, называются взаимозаменяемыми.

Понятие о допусках. Размеры, проставленные на чертежах, называются номинальными. При изготовлении деталей номи-

нальный размер может быть получен с различной степенью точности, т. е. может иметь отклонения в большую или меньшую сторону. Эти отклонения часто происходят и не по вине рабочего. Причиной их бывает неточная работа оборудования, приспособления, инструмента и целый ряд других условий обработки. Поэтому при простановке размеров на чертеже заранее учитывают возможность ошибок и, где это особенно важно, устанавливают допустимые пределы ошибок. Эти пределы обычно указываются на чертеже при номинальном размере, как это изображено, например, на фиг. 3.



Фиг. 3. Нанесение размеров с отклонениями.

На этой фигуре у номинального размера 60 стоят цифры $^{+0,3}_{-0,1}$. Это предельные отклонения размера, причем верхняя цифра — верхнее отклонение (в. о), а нижняя — нижнее отклонение (н. о). Отклонения показывают величину допустимой ошибки при выполнении данного размера. Наибольший допускаемый размер детали получится, если к номинальному размеру прибавить величину верхнего отклонения, т. е. для нашего примера $60 + 0,3 = 60,3$ *мм*. Наименьший допускаемый размер определится, если к номинальному размеру прибавить величину нижнего отклонения, т. е. $60 + (-0,1) = 60 - 0,1 = 59,9$ *мм*.

Допуском называется разность между наименьшим и наибольшим предельными размерами. В нашем примере допуск равен $60,3 - 59,9 = 0,4$ *мм*. Деталь будет считаться годной, если действительный ее размер будет не больше 60,3 *мм* и не меньше 59,9 *мм*.

При чтении чертежей следует особенно внимательно относиться к тем номинальным размерам, у которых верхнее и нижнее отклонения имеют одноименные знаки (два плюса или два минуса). Например, $50^{+0,5}_{+0,3}$ или $100^{-0,2}_{-0,5}$. В обоих случаях деталь, точно изготовленная по номинальным размерам без учета знаков и величины отклонений, будет негодной, так как действительный размер 50 окажется меньше наименьшего предельного размера (меньше 50,3 *мм*), а размер 100 будет больше наибольшего предельного размера (больше 99,8 *мм*).

Для угловых величин также устанавливаются допускаемые отклонения. Например, допускаемые величины угла 30° на фиг. 3 установлены ±15′ (15 минут), следовательно, величина данного угла может быть выдержана в пределах от 30°15′ до 29°45′.

Зазоры и натяги. Отдельные детали в механизме могут иметь различный характер соединения между собой. В одном случае требуется их относительная подвижность, а в другом, наоборот, соединение должно быть неподвижным.

В подвижных соединениях между сопрягаемыми деталями имеется зазор, т. е., например, диаметр отверстия должен быть обязательно больше диаметра вала, входящего в это отверстие. Зазор представляет собой разность между действительными размерами диаметра отверстия и диаметра вала в том случае, когда диаметр вала меньше диаметра отверстия.

В неподвижных соединениях между сопрягаемыми деталями имеется натяг, т. е. диаметр вала должен быть больше диаметра отверстия. Натягом называется разность между действительными размерами диаметра вала и отверстия, когда диаметр вала больше диаметра отверстия.

Величины отклонений для различных сопряжений предусмотрены Государственными стандартами.

Посадки. Посадкой называется характер соединения двух деталей, вставленных друг в друга.

Если соединение деталей обеспечивает их взаимное перемещение (между деталями имеется зазор), то такие посадки называются подвижными. Всего подвижных посадок пять: скользящая (С), движения (Д), ходовая (Х), легкоходовая (Л), широкоходовая (Ш). В скобках даны условные обозначения посадок, применяемые на чертежах.

Если характер соединения обеспечивает взаимную неподвижность деталей (между деталями имеется натяг), то такие посадки называются неподвижными. Неподвижных посадок также пять, а именно: горячая (Гр), прессовая 1 (Пр1), прессовая 2 (Пр2), прессовая 3 (Пр3), прессовая (Пр) и легкопрессовая (Пл).

Посадки, которые в зависимости от сочетания действительных размеров могут иметь как зазоры, так и натяги, называются переходными. К ним относятся: глухая (Г), тугая (Т), напряженная (Н) и плотная (П). Переходные посадки применяются только для неподвижных соединений, подлежащих частому разъему. Неподвижность соединения при этих посадках обеспечивается дополнительным креплением сопрягаемых деталей штифтами, шпонками, припорными винтами и другими подобными деталями. При переходных посадках сопрягаемые детали хорошо центрируются вследствие малой величины зазоров или натягов.

Классы точности. Выполнение размеров с очень малыми допусками требует от рабочего высокой квалификации, так как, например, добиться точности 0,01—0,02 *мм* на металлорежущих станках довольно трудно. Особенно трудно выдержать такую точность при расточке, где часто подача резца на глубину резания производится путем подстукивания при помощи молотка. В связи с этими трудностями изготовление деталей с высокой точностью обходится очень дорого, а поэтому при назначении допускаемых отклонений на номинальные размеры стремятся к наибольшей величине допуска, однако не в ущерб работоспособности машины.

Вполне понятно, что, например, детали сельскохозяйственных машин могут быть изготовлены с меньшей точностью, чем детали станков, автомобилей или приборов. Следовательно, нет необходимости всегда выполнять размеры с наибольшей точностью. Поэтому Государственными стандартами установлено 10 различных классов точности: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, 7, 8, 9 (для номинальных размеров до 1 *мм* находит применение еще 6 класс точности).

1 класс точности применяется в приборостроении и точном машиностроении; 2, 2а, 3, 3а классы — в станкостроении, автотракторостроении и других отраслях машиностроения; 4 и 5 классы — в тяжелом и сельскохозяйственном машиностроении; 7, 8 и 9 классы точности применяются для свободных размеров, т. е. размеров, для которых отклонения на чертежах не указаны.

Для того чтобы знать, по какому классу точности следует выдержать заданный размер, на чертеже рядом с буквенным обозначением посадки ставится цифра, указывающая класс точности. Так, например, проставленный на чертеже размер $\varnothing 123X_3$ означает, что диаметр, равный 123 *мм*, должен иметь ходовую посадку третьего класса точности. Наиболее распространенными являются посадки второго класса, поэтому после обозначения посадки этого класса цифра 2 на чертеже не указывается.

Система отверстия и система вала. В машиностроении применяются две системы допусков: система отверстия и система вала.

При системе отверстия для всех видов посадок, отнесенных к определенному классу точности и определенному диапазону номинальных диаметров, диаметр отверстия имеет постоянные предельные отклонения, а разнообразные посадки получаются за счет изменения предельных отклонений диаметра вала. Например, для номинальных диаметров от 30 до 50 *мм* отверстие по второму классу точности растачивается с отклонениями, равными 0 и +0,027 *мм*. При этом условии любая нужная посадка будет осуществляться за счет изменения диаметра вала. Таким образом, например, отклонения для скользящей посадки будут равны — 0 и —0,017 *мм*, для ходовой — 0,025 и —0,050 *мм*. Отклонения

размеров отверстий в этой системе обозначаются на чертежах буквой А. Например, размер отверстия ∅ $40A_3$, означает, что отверстие изготовляется по системе отверстия по третьему классу точности. Отклонения диаметров валов в данном случае указываются при помощи условных обозначений соответствующей посадки и класса точности ($40C_3$, 60Н и т. д.).

Система вала характеризуется постоянством предельных отклонений диаметра вала для всех посадок одного и того же класса точности и одного и того же диапазона номинальных диаметров.

Разнообразные посадки получаются здесь за счет изменения предельных отклонений диаметра отверстия.

В системе вала предельные отклонения его диаметра обозначаются буквой В. Так, проставленный на чертеже размер $60B_4$ означает, что вал изготовлен по системе вала и имеет 4 класс точности.

Отклонения размера отверстия в этой системе указываются на чертеже при помощи буквенного обозначения соответствующей посадки и цифры класса точности.

В машиностроении применяются обе системы, так как в качественном отношении они совершенно равноценны. Однако чаще используют систему отверстия, так как подгонка вала под отверстие значительно легче и при системе отверстия требуется меньшее количество различных видов режущего и измерительного инструмента.

Таблицы допусков. Отклонения от номинальных размеров могут быть указаны на чертежах цифровыми величинами или буквенными обозначениями посадок. В первом случае вычисляют предельные размеры. Во втором случае находят цифровые величины отклонений в специальных таблицах. В качестве примера таких таблиц приводятся предельные отклонения 2 класса точности для диаметров отверстий и валов 1—500 *мм* по системе отверстия (табл. 8), по системе вала (табл. 9) и для номинальных диаметров отверстий и валов от 500 до 3150 по системе отверстия (табл. 10).

В таблицах допускаемые отклонения указываются в микронах (1 *мк* = 0,001 *мм*). В каждой системе таблицы составлены для каждого класса точности.

Может быть принят такой порядок расчета любых предельных размеров:

а) из чертежа берут величину номинального размера и величины отклонений с их знаками (±);

б) суммированием номинального размера с величиной верхнего отклонения получают наибольший предельный размер;

в) суммированием номинального размера с величиной нижнего отклонения получают наименьший предельный размер.

Таблица 8

Предельные отклонения валов и отверстий в *мк* посадок 2 класса точности системы отверстий для диаметров от 1 до 500 *мм*

Номинальные диаметры в *мм*	Отклонения отверстия А		Посадки															
			Г		Т		Н		С		Д		Х		Л		Ш	
	н+	в+	в+	н+	в+	н+	в+	н+	в	н—	в—	н—	в—	н—	в—	н—	в—	н—
			Отклонения вала															
от 1 до 3	0	10	13	6	10	4	7	1	0	6	3	9	8	18	12	25	18	35
св. 3 » 6	0	13	16	8	13	5	9	1	0	8	4	12	10	22	17	35	25	45
» 6 » 10	0	16	20	10	16	6	12	2	0	10	5	15	13	27	23	45	35	60
» 10 » 18	0	19	24	12	19	7	14	2	0	12	6	18	16	33	30	55	45	75
» 18 » 30	0	23	30	15	23	8	17	2	0	14	8	22	20	40	40	70	60	95
» 30 » 50	0	27	35	18	27	9	20	3	0	17	10	27	25	50	50	85	75	115
» 50 » 80	0	30	40	20	30	10	23	3	0	20	12	32	30	60	65	105	95	145
» 80 » 120	0	35	45	23	35	12	26	3	0	23	15	38	40	75	80	125	120	175
» 120 » 180	0	40	52	25	40	13	30	4	0	27	18	45	50	90	100	155	150	210
» 180 » 260	0	45	60	30	45	15	35	4	0	30	22	52	60	105	120	180	180	250
» 260 » 360	0	50	70	35	50	15	40	4	0	35	26	60	70	125	140	210	210	290
» 360 » 500	0	60	80	40	60	20	45	5	0	40	30	70	80	300	170	245	250	340

Таблица 9

Предельные отклонения валов и отверстий посадок в *мк* 2 класса точности системы вала для диаметров от 1 до 500 *мм*

Номинальные диаметры в *мм*	Отклонения вала В		Посадки															
			Г		Т		Н		С		Д		Х		Л		Ш	
	в	н	н—	в—	н—	в	н—	в+	н	в+	н+	в+	н+	в+	н+	в+	н+	в+
			Отклонения отверстия															
от 1 до 3	0	6	13	2	10	0	7	3	0	10	3	13	8	22	12	30	18	38
св. 3 » 6	0	8	16	3	13	0	9	4	0	13	4	17	10	27	17	40	25	50
» 6 » 10	0	10	20	4	16	0	12	4	0	16	5	21	13	33	23	50	35	65
» 10 » 18	0	12	24	5	19	0	14	5	0	19	6	25	16	40	30	60	45	80
» 18 » 30	0	14	30	6	23	0	17	6	0	23	8	30	20	50	40	80	60	105
» 30 » 50	0	17	35	7	27	0	20	7	0	27	10	35	25	60	50	95	75	125
» 50 » 80	0	20	40	8	30	0	23	8	0	30	12	42	30	70	65	115	95	155
» 80 » 120	0	23	45	10	35	0	26	9	0	35	15	20	40	90	80	140	120	190
» 120 » 180	0	27	52	12	40	0	30	10	0	40	18	60	50	105	100	170	150	230
» 180 » 260	0	30	60	15	45	0	35	11	0	45	22	70	60	120	120	200	180	270
» 260 » 360	0	35	70	18	50	0	40	12	0	50	26	80	70	140	140	230	210	310
» 360 » 500	0	40	80	20	60	0	45	15	0	60	30	90	80	160	170	270	250	365

Таблица 10

Предельные отклонения отверстий и валов посадок в *мк* 2 класса точности системы отверстия для диаметров свыше 500 *мм*

Номинальные диаметры в *мм*	Отклонения отверстия А: Н	Отклонения отверстия А: В+	Посадки (отклонения вала) Г: В+	Г: Н+	Т: В+	Т: Н+	Н: В	Н: Н+	П: В+	П: Н−	С: В	С: Н−	Д: В−	Д: Н−
св. 500 до 630	0	70	93	48	70	25	0	45	23	22	0	45	35	80
» 630 » 800	0	80	105	55	80	30	0	50	25	25	0	50	40	90
» 800 » 1000	0	90	118	63	90	35	0	55	28	27	0	55	45	100
» 1000 » 1250	0	100	130	70	100	40	0	60	30	30	0	60	50	110
» 1250 » 1600	0	110	143	78	110	45	0	65	33	32	0	65	55	120
» 1600 » 2000	0	120	158	93	120	45	0	75	38	37	0	75	60	135
» 2000 » 2500	0	130	173	98	130	45	0	85	43	42	0	85	70	155
» 2500 » 3150	0	150	200	100	150	50	0	100	50	50	0	100	80	180

Пусть, например, требуется определить отклонения отверстия ∅ 60А и вала ∅ 60Х. Прежде всего, следует найти соответствующую таблицу (табл. 8). В первом столбце этой таблицы (номинальные диаметры) находим диаметр 60 *мм* в интервале от 50 до 80 *мм*. Отклонения диаметра отверстия определяются по второй графе и соответственно равны: нижнее — 0, верхнее + 30 *мк*. Эти отклонения остаются постоянными для любой посадки. Следовательно, наибольший предельный размер отверстия равен 60,03 *мм*, а наименьший 60 *мм*. В графе Х (ходовая посадка) по горизонтальной линии интервала диаметров указаны отклонения для вала, причем нижнее отклонение равно —60, а верхнее — 30 *мк*. Следовательно, наибольший предельный размер вала составит 60—0,03 = 59,97 *мм*, а наименьший 60—0,06 = 59,94 *мм*.

Подобным же образом определяются отклонения и предельные размеры для любых посадок и любого класса точности как для системы отверстия, так и для системы вала.

12. ЧИСТОТА ПОВЕРХНОСТИ И ЕЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ

В зависимости от свойств обрабатываемого материала, геометрии режущего инструмента, режимов резания и вибраций станка, детали и инструмента, на обработанной поверхности после механической обработки остаются неровности и шероховатости — следы от режущей кромки инструмента. Чем меньше этих неровностей, тем чище обработанная поверхность.

Рассмотрим, например, как влияют режимы резания на чистоту поверхности. Чистота поверхности при обработке чугуна будет наилучшей, если скорость резания больше 60 *м/мин.*, а при обработке стали — больше 80 *м/мин.* Сильное влияние на качество поверхности оказывает величина подачи: чем больше подача при обычной геометрии режущего инструмента, тем хуже чистота поверхности.

Также сказывается на чистоте поверхности величина радиуса закругления вершины резца и величины его переднего, а также главного и вспомогательных углов в плане. Хотя квалифицированные расточники в зависимости от конкретных условий работы и умеют находить соответствующую форму заточки резца для получения качественной поверхности, тем не менее полезно рекомендовать читателю следующие элементы геометрии расточных резцов: при расточке отверстий в чугуне радиус закругления вершины резца от 1,2 до 1,8 величины подачи на 1 оборот; главный угол в плане от 60 до 90°; вспомогательный угол в плане от 5 до 10°; передний угол у быстрорежущих резцов от 0 до +5°, у твердосплавных от 0 до —5°. При растачивании чугуна на высоких скоростях твердосплавными инструментами получают хорошие результаты. Радиус закругления вершины резца рекомендуется в пределах 0,5—1 *мм*, передний угол 0° и вспомогательный угол в плане 5—10°.

Чистота поверхности, получаемая при различных способах обработки на расточном станке, приведена в табл. 11.

В производственных условиях чистота поверхности определяется путем сравнения обработанной поверхности с поверхностью специально изготовленного образца — эталона. Согласно Государственному стандарту, существует 14 классов чистоты.

Поверхности, обозначенные на чертеже знаком ~, называются черными, так как они при отсутствии дополнительных специальных указаний в технологической карте не подвергаются обработке вообще.

Обработанные поверхности на чертежах обозначаются знаком в виде р а в н о с т о р о н н е г о т р е у г о л ь н и к а с цифрой, указывающей класс чистоты. Например, грубообработанные поверхности обозначаются: ▽1; ▽2; ▽3 и их чистота достигается при обработке на обдирочных режимах; получистые поверхности

Таблица 11

Чистота поверхности при различных видах обработки на расточном станке

Виды обработки	Классы чистоты								
	▽1	▽2	▽3	▽4	▽5	▽6	▽7	▽8	▽9
Подрезка торцов:									
черновая	+	+	+						
чистовая				+	+				
Сверление			+	+	+				
Зенкерование:									
черновое				+	+				
чистовое						+			
Растачивание:									
черновое			+	+					
чистовое					+	+			
алмазное							+	+	+
Развертывание:									
черновое					+	+			
чистовое							+	+	
Торцовое фрезерование:									
черновое		+	+	+					
чистовое					+	+	+		

обозначаются: ▽4; ▽5; ▽6 и получаются при чистовой обточке, расточке и фрезеровании; поверхности чистые — ▽7; ▽8, ▽9 могут быть получены при тонком точении, растачивании, развертывании, шабрении и, наконец, поверхности весьма чистые обозначаются: ▽10; ▽11; ▽12; ▽13 и ▽14. Такие классы чистоты ваемую поверхность или на выносную линию. Если поверхность достигаются доводкой, полированием и тонким шлифованием.

На чертежах знаки чистоты ставятся вершиной на обрабатывсей детали должна иметь одну и ту же чистоту, то знак чистоты с указанием класса чистоты ставится надписью в правом верхнем углу чертежа. Разрешается обозначение знака и класса чистоты дополнять словом «кругом», например, «▽7 кругом». Если в правом верхнем углу чертежа чистота поверхности указана, например, надписью «▽ 4 остальное», то это означает, что некоторые поверхности имеют другой класс чистоты, что следует установить по чертежу.

Если класс чистоты готовой детали выше класса, проставленного на чертеже, то значит рабочий непроизводительно затратил время на ненужную отделку детали.

13. ЧТЕНИЕ ПРОСТЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

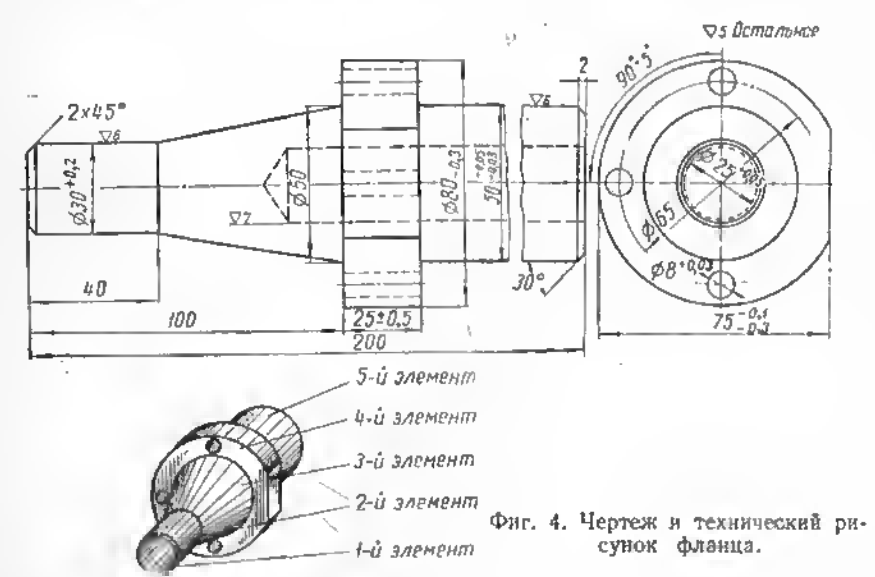
Читать рабочие чертежи рекомендуется в следующем порядке:

1. Положить перед собой чертеж так, чтобы угловой штамп был в правом нижнем углу, и по угловому штампу определить

наименование и номер чертежа детали, материал, из которого она изготовляется; сверить эти данные с записью в наряде и технологической карте.

2. Определить, какие виды детали изображены на чертеже и полностью представить себе форму детали.

3. Выяснить размеры детали. Чтение размеров начинают с габаритных размеров, определяющих выбор заготовки, а затем внимательно просматривают размеры для каждого элемента детали в отдельности.



Фиг. 4. Чертеж и технический рисунок фланца.

4. Ознакомиться с обозначениями чистоты для каждой поверхности в отдельности.

5. Если на свободном поле чертежа имеются какие-либо надписи, обязательно ознакомиться с их содержанием, так как они могут иметь прямое отношение к выполнению данных операций.

Чтение чертежа вместе с технологической или операционной картой позволяет определить очередность обработки отдельных поверхностей детали.

Для примера прочитаем чертеж детали, изображенной на фиг. 4. Наименование и номер детали, масштаб, а также материал, из которого изготовлена деталь, обычно указываются в угловом штампе.

1. Устанавливаем, что деталь показана в двух видах: главный вид и вид слева. Затем мысленно делим деталь на отдельные участки (элементы) и рассматриваем каждый участок в отдельности. Левая сторона детали (первый элемент) на главном виде

изображена трапецией, а на виде слева — двумя окружностями. Такое изображение может иметь только усеченный конус. Второй элемент на главном виде изображен прямоугольником, а на виде слева — окружностью (третья окружность от центра). Следовательно, второй элемент детали имеет очертание цилиндра. Затем цилиндрическая часть детали переходит снова в усеченный конус. Третий элемент изображен на главном виде трапецией, а на виде слева — окружностями.

Четвертый элемент на главном виде имеет форму прямоугольника с двумя видимыми линиями в середине и тремя прямоугольниками, изображенными штриховыми линиями (вверху, в середине и внизу). Сопоставляя главный вид и вид слева, выясняем, что этот элемент имеет цилиндрическую форму с небольшим срезом вдоль образующей цилиндра с правой стороны. На торце цилиндра просверлены три цилиндрические отверстия, указанные на виде слева окружностями.

Пятый элемент изображен на главном виде прямоугольником, а на виде слева его изображение закрыто телом четвертого элемента. Но перед обозначением номинального размера имеется условный знак диаметра, следовательно, этот элемент является цилиндром. Шестой элемент детали представляет собой коническую фаску, подобно первому элементу. Две параллельные штриховые линии, нанесенные на главном виде с правого торца, и меньшая штриховая окружность на виде слева изображают глухое цилиндрическое отверстие.

2. Выясняем размеры каждого элемента. Габаритные размеры детали (длина и наибольший диаметр с учетом припуска на обработку) позволяют судить о пригодности заготовки. Коническая фаска (первый элемент) с левой стороны указана размером $2 \times 45°$. Это означает, что нужно снять фаску высотой 2 *мм* с углом ее наклона к оси детали, равным 45°. Диаметр цилиндрической части детали (второй элемент) равен $30^{+0,2}$ *мм*, а ее длина 40 *мм* дана вместе с высотой фаски. Размер конической поверхности (третий элемент) определяется малым диаметром конуса $30^{+0,2}$ *мм*, совпадающим с диаметром второго элемента (диаметр 50 *мм* и длина 60 *мм*). Четвертый элемент детали имеет наибольший диаметр, равный $80^{-0,3}$ *мм*, и размер между торцами, равный $25 \pm 0,5$ *мм*, левый торец этого элемента находится на расстоянии 100 *мм* от левого торца детали.

Расположение и диаметры отверстий и их количество, а также глубина среза указаны на виде слева. Рассматривая этот вид, убеждаемся, что по окружности 65 *мм* расположены центры трех равноудаленных отверстий $\varnothing 8^{+0,03}$ *мм*, причем видно, что угол 90° должен быть выполнен обязательно в пределах допуска $\pm 5'$. Глубина среза имеет размер $75^{-0,1}_{-0,3}$ *мм*. Диаметр пятого элемента,

указанный в правой части главного вида, равен $50^{+0,05}_{+0,03}$ *мм*. Этот элемент заканчивается фаской высотой 2 *мм* с углом 30°. Однако длина данного элемента на чертеже не указана и должна определяться после того, как будут выполнены размеры 100 и 25 ± 0,5. Глухое отверстие выполняется по диаметру $25^{+0,05}$ *мм*.

3. На левой (второй элемент) и правой (третий элемент) цилиндрических поверхностях нанесено обозначение чистоты шестого класса. Отверстия $\varnothing 8^{+0,03}$ *мм* и $\varnothing 25^{+0,05}$ *мм* обрабатываются с чистотой по седьмому классу. Надпись в правом верхнем углу чертежа «▽5 остальное» означает, что все остальные поверхности выполняются по 5 классу чистоты. Для упражнения в самостоятельном чтении, в конце книги приведен пример простого рабочего чертежа (приложение 1).

14. СЕЧЕНИЯ И РАЗРЕЗЫ НА ЧЕРТЕЖЕ

В ряде случаев изображение детали в нескольких видах не дает полного представления о форме детали, а сами виды, усложненные линиями невидимых контуров, трудно читаемы. Поэтому для выяснения всей формы детали или отдельной ее части и облегчения чтения чертежа применяются изображения, называемые сечениями и разрезами.

Фиг. 5. Наложенное сечение.

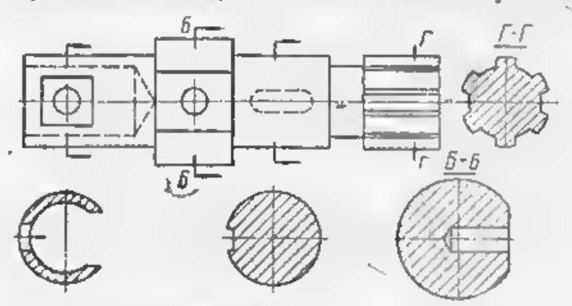
Сечение представляет собой плоскую фигуру, полученную в результате пересечения секущей плоскости с телом детали. Сечение бывает наложенным, если оно помещается непосредственно на самом изображении детали (фиг. 5) или вынесенным, если оно размещено на свободном поле чертежа (фиг. 6). Фигура сечения обводится линиями видимого контура детали и заштриховывается.

На фиг. 6 изображены два несимметричных сечения, расположенные на продолжении линии сечения, причем первое из них поясняет форму крайнего левого элемента детали, а второе указывает форму шпоночного паза среднего элемента. Сечение ГГ, расположенное на месте вида слева, уточняет форму крайнего правого элемента, и, наконец, произвольно вынесенное сечение ББ поясняет форму второго левого элемента детали.

Разрезом называется такое условное изображение детали, при котором часть ее, находящаяся между глазом наблюдателя и секущей плоскостью, мысленно удалена и вычерчено не только то, что находится в секущей плоскости, но и то, что расположено за ней. Рассмотрим порядок чтения чертежа детали с разрезами.

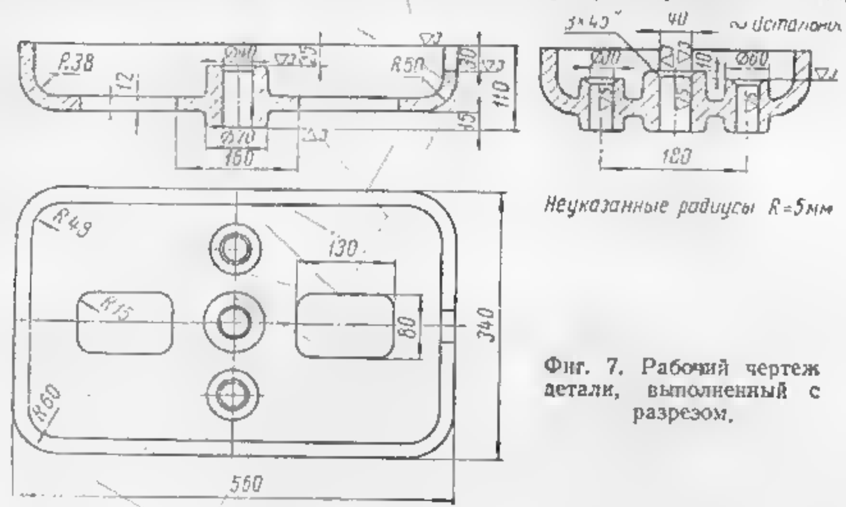
На фиг. 7 деталь изображена в трех проекциях: главный вид, вид сверху и вид слева, причем главный вид и вид слева пред-

ставляют собой полные разрезы. На главном виде деталь выполнена в вертикально-продольном разрезе для того, чтобы яснее выявился внутренний контур детали. Сопоставляя главный вид и вид сверху, устанавливаем, что деталь имеет пустотелую короб-



Фиг. 6. Выполнение сечений на рабочих чертежах.

чатую форму. Рассматривая вид сверху, можно установить, что на дне детали выполнены три цилиндрических прилива и два сквозных прямоугольных паза. Продольный разрез (главный вид)



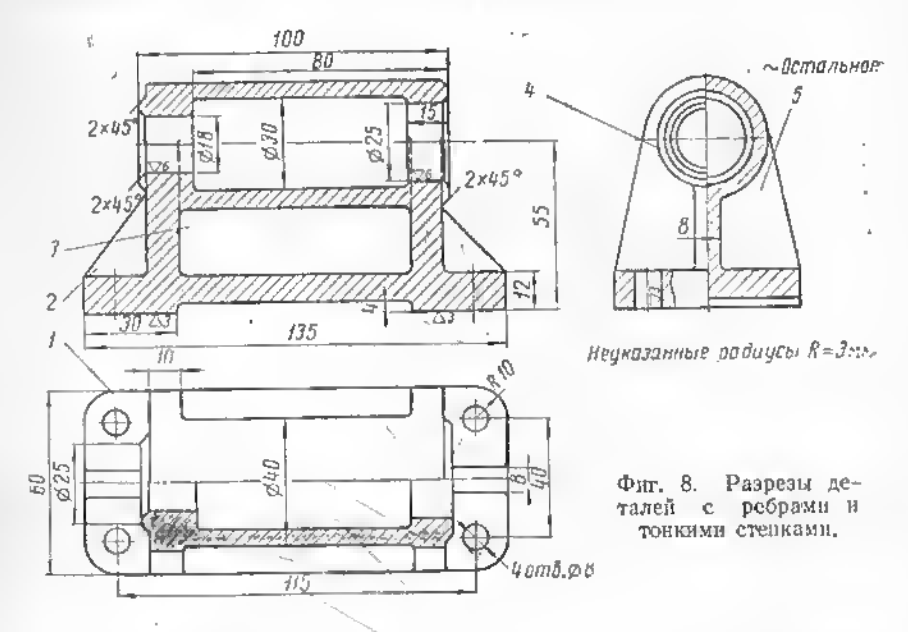
Фиг. 7. Рабочий чертеж детали, выполненный с разрезом.

показывает, что прилив выступает не только внутри, но и снаружи детали. Рассматривая оба разреза, видим, что правая стенка коробки имеет прямоугольный паз. На виде слева, где изображен вертикально поперечный разрез, видно, что левый и правый приливы ниже центрального и что отверстия в них сквозные.

На чертежах встречаются также разрезы, когда секущая плоскость проведена наклонно к горизонтальной плоскости

проекции. Расположение разреза на поле чертежа должно соответствовать направлению, указанному стрелками.

Вычерчивание детали симметричной формы с полными разрезами практически нецелесообразно. Поэтому в подобных случаях вместо двух отдельных изображений (вида и разреза) вычерчивают одно, в котором объединяется половина вида и половина соответствующего разреза. Такое объединение очень удобно, потому что одна и та же проекция дает представление и о наружном виде детали, и о ее внутренней форме.



Фиг. 8. Разрезы деталей с ребрами и тонкими стенками.

Продольные разрезы деталей с тонкими стенками, спицами или ребрами жесткости, имеют одну отличительную особенность: если секущая плоскость проходит вдоль длинной оси названных элементов, то эти элементы условно показываются в разрезе незаштрихованными и отделяются от остальной части детали линиями видимого контура.

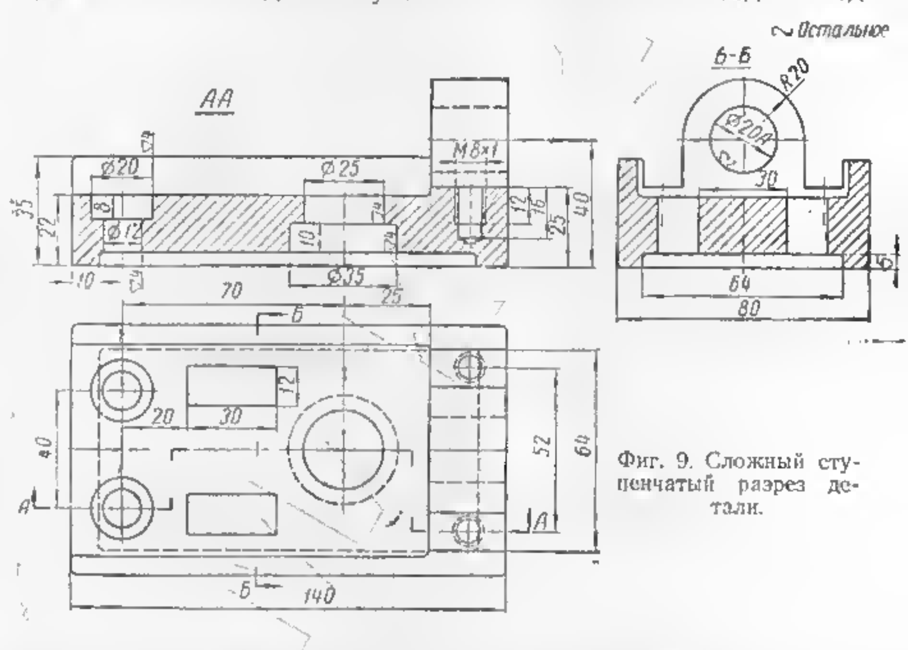
Если секущая плоскость направлена вдоль основной оси сплошных деталей типа болтов, винтов, заклепок, шпонок, клиньев, шариков, штифтов, шплинтов, сплошных валов и рукояток, то эти детали на чертеже условно показываются неразрезанными.

Для пояснения сказанного обратимся к фиг. 8. Изображенный на ней корпус состоит из опорной плиты *1*, двух ребер жесткости треугольной формы *2*, тонкой прямоугольной стенки *3*, четырех поддерживающих ребер *5* и полого цилиндра *4*. На глав-

ном виде дан полный продольный разрез, но ребра *2* и стенка *3* не заштрихованы и отделены сплошными линиями.

Вид слева объединяет половину этого вида и половину поперечного разреза. На данном виде стенка *3* показана заштрихованной, так как она дана в поперечном разрезе, при котором и ребра, и тонкие стенки подлежат штриховке.

Вид сверху на этой фигуре представляет собою соединение половины вида сверху с половиной разреза горизонтальной секущей плоскостью. Здесь секущая плоскость частично задела под-

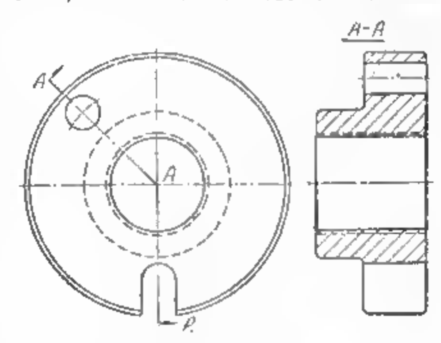


Фиг. 9. Сложный ступенчатый разрез детали.

держивающие ребра *5* и поэтому в местах их соединения с цилиндром *4* последний имеет с наружной стороны утолщения (к заштрихованной толщине стенок цилиндра добавилась заштрихованная незначительная часть ребра). Поддерживающие ребра, расположенные ниже горизонтальной осевой линии цилиндра *4*, видны на чертеже, но не заштрихованы, так как их поверхность находится за плоскостью разреза.

Простые разрезы могут быть объединены в меньшее количество сложных разрезов. Если сложный разрез объединяет разрезы, образованные параллельными плоскостями, его называют ступенчатым. Так, например, секущие плоскости простых разрезов *АА* (фиг. 9) параллельны между собою и могут быть объединены в один сложный разрез, который пройдет через нижнее ступенчатое отверстие, центральное ступенчатое отверстие и от-

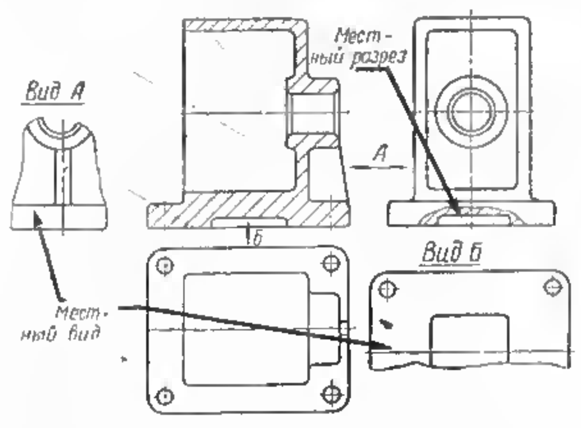
верстие с резьбой. Линии сечения плоскостей этого разреза соответственно обозначаются на виде сверху буквами *АА*. Вид слева на этой фигуре представляет собой вертикально-поперечный простой разрез, выполненный для того, чтобы более четко показать форму продольных ребер и двух окон опорной плиты, а также форму нижней выемки в основании. Места, где прошли секущие плоскости сложного разреза (на главном виде) и простого разреза (на виде слева), заштрихованы.



Фиг. 10. Выполнение наклонного разреза.

Сложные разрезы могут быть образованы секущими плоскостями, перпендикулярными к плоскостям проекции, но расположенными под углом друг к другу (фиг. 10). Такие разрезы называются **с л о ж н ы м и л о м а н ы м и р а з р е з а м и**.

Как указывалось ранее, при изображении сплошных деталей, тонких стенок, спиц и ребер жесткости простые и сложные раз-



Фиг. 11. Местный вид и разрез на чертежах.

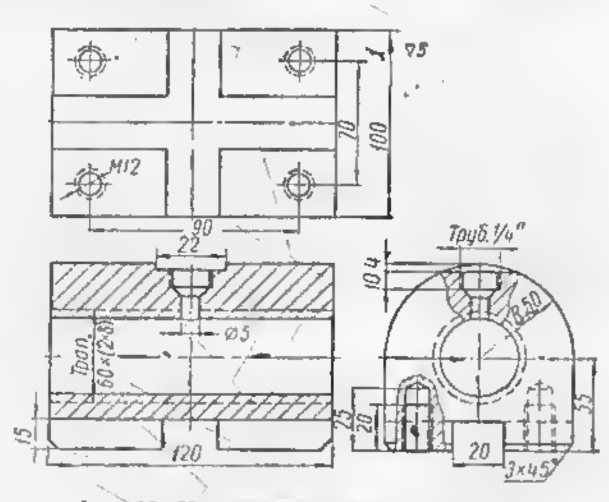
резы вдоль основной оси не делаются. Однако если в таких деталях (фиг. 11) имеется какое-либо местное отверстие или углубление, то можно применить местный разрез (вырыв). Точно так же, если при вычерчивании детали в двух или трех проекциях основная ее форма уже представлена на чертеже, но отдельные ее элементы еще не совсем ясны, то разрешается применять дополни-

тельные местные виды. Местным видом (фиг. 11) называется изображение только некоторой части вида, отделенной от непоказанных частей тонкими сплошными линиями. Для упражнения в самостоятельном чтении, в конце книги приведен пример рабочего чертежа с местными разрезами (приложение 2).

При вычерчивании деталей симметричной формы также допускается вычерчивание части его вида, несколько превышающей половину полного изображения.

15. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ И ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ

В деталях машин широко применяется резьба. Резьба нарезается на наружной или внутренней цилиндрической и реже



Фиг. 12. Изображение резьб на чертеже.

конической поверхности детали. Резьба бывает треугольная, трапецеидальная, прямоугольная, упорная и круглого профиля.

Т р е у г о л ь н а я резьба нарезается на крепежных деталях, (винтах, болтах, гайках и т. д.) и поэтому называется крепежной. Резьба других профилей чаще всего используется для преобразования вращательного движения в поступательное и называется ходовой.

Стандартами предусмотрено шесть типов резьбы:

1) метрическая (основная) и мелкая треугольного профиля с углом профиля 60°;

2) дюймовая треугольная с углом профиля 55°;

3) трубная цилиндрическая с углом профиля 55°;

4) трубная коническая с углом профиля 55 и 60°;

5) трапецеидальная с углом профиля 30° (нормальная, мелкая и крупная);

6) упорная с углом профиля 33° (нормальная, мелкая и крупная).

Характеристики различных типов резьбы приведены в табл. 12.

Таблица 12

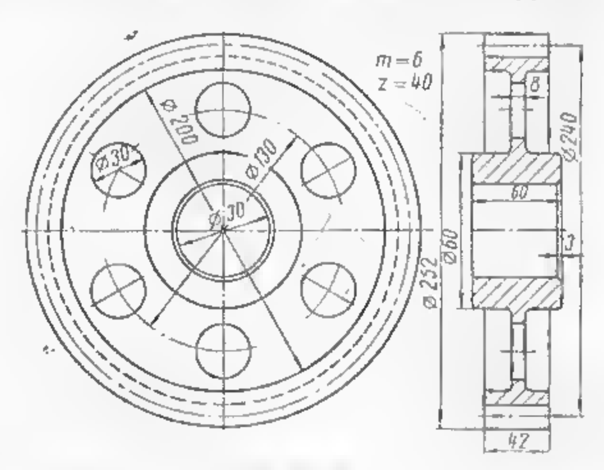
Характеристика различных типов резьбы

Тип резьбы и стандарт	Профиль резьбы	Условное обозначение	Что указывается на чертеже	Пример обозначения
Метрическая резьба с крупным шагом ГОСТ 8724-58	60°	М	Наружный диаметр в мм	М22
Метрическая резьба с мелким шагом ГОСТ 8724-58	S; 60°	М	Наружный диаметр и шаг в мм	М24×2
Трапецеидальная резьба ОСТ 2409, 2410, 2411	30°; S	Трап	Наружный диаметр, шаг и число заходов	Трап 22×(2×5); Трап 22×5
Дюймовая резьба с углом профиля 55° ОСТ 1260	55°	—	Наружный диаметр в дюймах 1"=25,4 мм	7/8"
Трубная цилиндрическая резьба ГОСТ 6357-52	55°	Труб	Условный внутренний диаметр трубы в дюймах	Труб 3/4"
Специальная метрическая резьба	60°	СпМ	Наружный диаметр и шаг в мм	СпМ30×3
Нестандартная резьба с прямоугольным профилем	a; S; d; d_1	—	Наружный диаметр, внутренний диаметр, шаг и ширина впадины в мм	8; 16; ø54; ø60

Примеры изображения резьбы на чертежах показаны на фиг. 12, а рабочий чертеж детали, имеющей резьбу, приведен в конце книги (приложение 3).

Для передачи вращательного движения с одного вала машины на другой применяются шестерни с зубьями, нарезанными на их цилиндрической или конической поверхности. Зубья имеют довольно сложный профиль и для упрощения не вычерчивают

полное их изображение, а заменяют его условным обозначением (фиг. 13). Как видно из фигуры, наружная окружность, на которой нарезаны зубья, проводится сплошными линиями видимого контура. Затем штрих-пунктирной (осевой) линией обозначается начальная окружность и, наконец, окружность впадин наносится с помощью штриховой линии невидимого контура. После этого



Фиг. 13. Изображение цилиндрической шестерни.

проставляются все размеры, необходимые для изготовления детали. На виде слева зубчатые колеса обычно изображаются в вертикально-поперечном разрезе.

16. СОСТАВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ЭСКИЗОВ

Эскизом называется изображение детали, выполненное от руки и без определенного масштаба, но с соблюдением правил черчения и относительной пропорциональности размеров в пределах глазомерной точности. Составлять эскизы рекомендуется по следующей схеме (фиг. 14):

Этап 1. Осмотреть деталь и определить количество проекций, необходимых для определения полной формы детали. Выбрать поверхность для изображения главного вида.

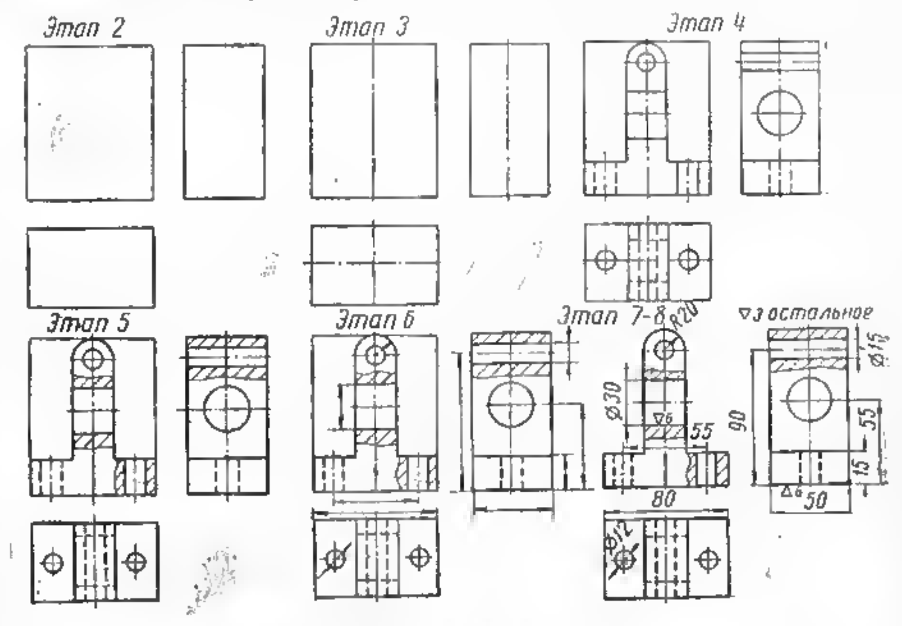
Этап 2. Тонкими линиями нанести границы каждой проекции в виде прямоугольников с размерами, примерно соответствующими габаритным размерам детали.

Этап 3. Тонкими штрих-пунктирными линиями нанести осевые линии.

Этап 4. Тонкими сплошными линиями изобразить видимый контур детали на всех видах одновременно.

Этап 5. После проверки правильности выполненных проекций, разрезов и сечений обвести изображения контурными линиями, а сечения и разрезы заштриховать.

Этап 6. Наметить базы для простановки размерных линий. Распределить размерные и выносные линии по возможности по всем видам детали равномерно.



Фиг. 14. Порядок выполнения эскиза.

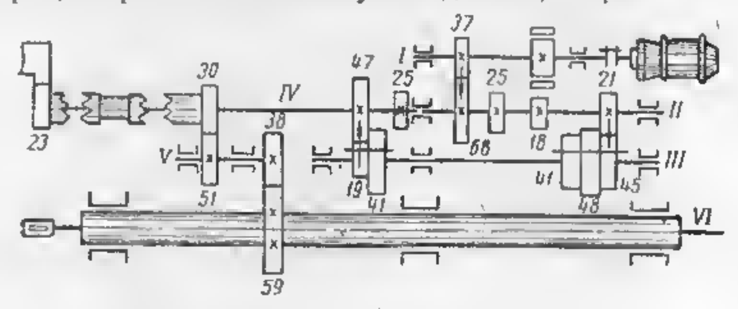
Этап 7. Произвести обмер детали измерительными инструментами и в разрывах соответствующих размерных линий поставить полученные размеры.

Этап 8. Нанести указания о чистоте поверхности детали и, если нужно, заполнить угловой штамп.

17. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ-СХЕМ

Для разъяснения работы различных механизмов и станков широкое распространение получили схематические чертежи. Особенность такого рода чертежей состоит в том, что детали механизма на них показываются при помощи простых условных обозначений, что позволяет легче понять назначение этих деталей. Например, все валы в схемах обозначаются только одной линией, а цилиндрические гладкие шкивы и шестерни — прямоугольни-

ками. Если шестерни выполнены скользящими по валу, то они дополнительно помечаются линией, параллельной оси вала, а шестерни, закрепленные на валу неподвижно, — крестиком.



Условные обозначения деталей на схемах

Наименование	Обозначение
Валы	
Подшипники скольжения	
Подшипники качения (шариковые)	
Соединение детали с валом свободное	
Соединение с направляющей шпонкой	
Соединение глухой шпонкой	
Соединение двух валов глухое	
Соединение с предохранит муфтой	
Соединение эластичное	
Зубчатая передача	
Передача клиноременная	
Фрикционные муфты	
Ходовые винты	
Блок из двух шестерен	
Конические передачи	

Фиг. 15. Кинематическая схема коробки скоростей.

На фиг. 15 дана схема коробки скоростей расточного станка 262А и приведена вспомогательная таблица некоторых условных обозначений на схемах.

Коробка скоростей имеет шесть валов, показанных на схеме сплошными линиями. Их опоры расположены по обе стороны валов и обозначены на чертеже скобками. Первый вал (*I*) изобра-

жен с двумя прямоугольниками, означающими слева — шестерню и справа — тормоз. Цифра над шестерней показывает число ее зубьев, а крестики говорят о том, что и тормоз, и шестерня соединены с валом неподвижно. По знаку, расположенному между изображениями двигателя и правой опоры вала *I*, видно, что последний соединен с валом электродвигателя глухой муфтой. На валу *II* неподвижно закреплены четыре шестерни с числом зубьев $z = 68$; $z = 25$; $z = 18$ и $z = 21$. Блоки из трех шестерен ($z = 41$; $z = 48$ и $z = 45$) и блоки из двух шестерен ($z = 19$ и $z = 41$) могут свободно передвигаться вдоль оси вала *III*, что обозначено линией, проведенной параллельно условному изображению вала. Шестерни с числом зубьев $z = 47$ и $z = 25$ соединены с валом *IV* неподвижно, но кулачковые шестерни $z = 30$ и $z = 23$ могут свободно вращаться вокруг его оси, хотя продольного перемещения и не имеют. Между этими шестернями находится кулачковая муфта, которая связана с валом *IV* направляющей шпонкой и имеет продольное перемещение вправо и влево.

На валу *V* неподвижно закреплены шестерни с числом зубьев $z = 51$ и $z = 38$. Шестерня с числом зубьев $z = 59$ неподвижно соединена с втулкой, внутри которой находится шпиндель.

Для того чтобы проследить передачу вращательного движения от двигателя к шпинделю, рассмотрим схему. От двигателя через глухую муфту вращение передается валу *I*. Неподвижно закрепленная на нем шестерня с числом зубьев $z = 37$, находясь в зацеплении с шестерней с $z = 68$, передаст вращение валу *II*. Вместе с последним будут вращаться шестерни с числом зубьев $z = 25$; $z = 18$ и $z = 21$. В свою очередь вал *III* получит вращение от находящейся в зацеплении пары шестерен с $z = 21$ и $z = 45$, и через пару шестерен с $z = 19$ и $z = 47$ передаст вращение валу *IV*.

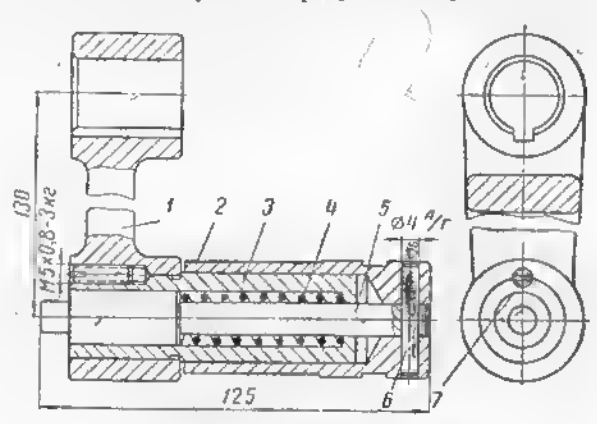
От вала *IV* вращение может быть передано или на планшайбу, или на шпиндель. Если кулачковую муфту переместить влево, то ее кулачки сцепятся с кулачками свободно вращающейся шестерни с $z = 23$, и движение получит планшайба. Если же муфту сдвинуть вправо, то вращение будет передано через шестерни с $z = 30$ и $z = 51$ на вал *V* и через шестерни с $z = 38$ и $z = 59$ на втулку *VI*. Втулка *VI* уже передаст движение шпинделю. Чтобы сообщить шпинделю и планшайбе другое число оборотов, следует изменить положение блоков, расположенных на валу *III*.

18. ЧТЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сложные изделия состоят из нескольких составных частей, каждая из которых, в свою очередь, собрана из отдельных деталей. Эти отдельные разъемные или неразъемные соединения деталей, входящие в изделие, называются узлами. Чертежи, по кото-

рым производится сборка отдельных деталей в узлы, а узлов в изделия, называются сборочными чертежами.

Из сборочного чертежа рабочий узнает устройство и принципы работы механизма в целом, а также отдельных его узлов. С помощью этого чертежа можно определить количество деталей, из которых состоит узел или изделие, как соединены между собой детали, какую нужно производить обработку в процессе сборки. На сборочных чертежах одинаковые детали нумеруются и записываются в спецификацию только один раз, а количество их указывается в соответствующей графе спецификации. При чтении



Фиг. 16. Рабочий сборочный чертеж.

сборочных чертежей следует помнить, что на них входящие друг в друга детали с одним и тем же номинальным размером разграничиваются одной линией, но в разрезах штрихуются линиями с противоположным наклоном.

Пример выполнения сборочного чертежа ручки с фиксатором приведен на фиг. 16. Узел состоит из рычага *1*, связанного с поворачиваемым валом шпонкой (на чертеже не указана), и входящих в этот рычаг деталей. Фиксация рычага после поворота производится пальцем фиксатора *5*, который заходит в любое гнездо, высверленное в корпусе (на чертеже отсутствует). Для поворота вала надо рукоятку *2* оттянуть вправо, т. е. вывести палец фиксатора *5* из гнезда и повернуть рукоятку так, чтобы под действием пружины *4* палец фиксатора, направляемый трубкой *3*, вошел в новое гнездо.

Сборочный чертеж позволяет не только разобраться в устройстве фиксирующего механизма, но и показывает способы соединения деталей узла между собою. Так, например, на виде слева указан винт *7*, которым стопорится трубка *3* в рычаге *1*. Размеры

и класс точности резьбы указывают на то, что нарезание резьбы производится при сборке, а в нарезанное отверстие ввертывается винт, данные о котором указываются в спецификации.

Имеющиеся на чертеже данные о посадке, размерах и чистоте обработки отверстия под цилиндрический штифт (деталь *6*) также указывают на необходимость выполнения этого отверстия при сборке.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Как располагаются виды на чертеже?
2. Перечислите виды линий, применяемых при вычерчивании, и расскажите о назначении каждого вида.
3. Что такое масштаб? Приведите несколько условных обозначений масштабов и скажите, какие из них увеличивают и какие уменьшают изображения на чертеже.
4. Что понимается под взаимозаменяемостью деталей?
5. Расскажите о предельных отклонениях и допусках и об их условном изображении на чертеже.
6. В чем сущность зазоров и натягов?
7. Что такое посадки; их виды?
8. Дайте понятие о классах точности и перечислите классы точности, принятые в нашей промышленности.
9. Какие существуют системы допусков, в чем их различие?
10. Расскажите о чистоте поверхности и об ее условном обозначении на чертежах.
11. Что такое сечения и для чего они служат? Чем отличается разрез от сечения?
12. Какие разрезы называются сложными?
13. Что называется местным видом и местным разрезом?
14. Расскажите о порядке чтения схем и сборочных чертежей.
15. Прочтите чертежи в приложениях 1, 2, 3 в конце книги.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ

ГЛАВА III

УСТРОЙСТВО РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

19. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

Расточные станки настолько универсальны по своему назначению и разнообразны по конструкции, что находят широкое применение при различных типах производства: индивидуальном, серийном, массовом и даже поточном.

На расточных станках можно производить разнохарактерные работы: сверление и рассверливание отверстий сверлами; зенкерование рассверленных или литых отверстий; растачивание обычное и алмазное гладких и ступенчатых отверстий; последующее развертывание рассверленных, зенкерованных или расточенных отверстий; подрезание торцов токарными и пластинчатыми резцами, фрезерными головками с помощью радиального суппорта, установленного на шпиндель; растачивание и обтачивание поверхностей с помощью планшайбы; нарезание резьбы метчиками и резцами; фрезерование пазов концевыми и дисковыми фрезами, а также фрезерование фасонных поверхностей набором фрез.

Устройство расточных станков позволяет точно выдерживать расстояния между обрабатываемыми отверстиями, а также взаимную параллельность и перпендикулярность их осей. Дополнительные приспособления еще больше расширяют область применения станков, позволяют использовать их для обработки конических поверхностей, для шлифования и выполнения целого ряда других операций.

Расточные станки делятся на универсальные и специальные. Универсальные служат для выполнения всевозможных операций, а специальные — для выполнения одной или нескольких операций.

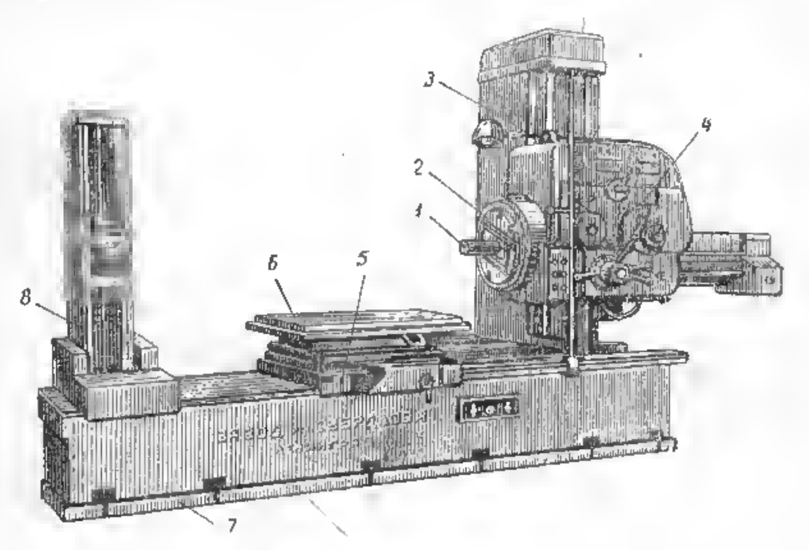
Универсальные расточные станки подразделяются на две группы: расточные станки общего назначения (горизонтальные и вертикальные) и станки для точных расточных работ (горизонтальные, вертикальные и координатные).

Специальные расточные станки подразделяются на горизонтальные, многошпиндельные, переносные и полуавтоматы.

Рассмотрим наиболее распространенные в машиностроении конструкции расточных станков.

Горизонтально-расточные станки. Горизонтально-расточные станки общего назначения служат для выполнения всевозможных расточных и некоторых специальных работ, не имеющих непосредственного отношения к расточке (обтачивание, фрезерование и нарезание резьбы). Эти станки во многих случаях позволяют обрабатывать довольно сложные детали с одной установки.

Наша промышленность выпускает три типа горизонтально-расточных станков.



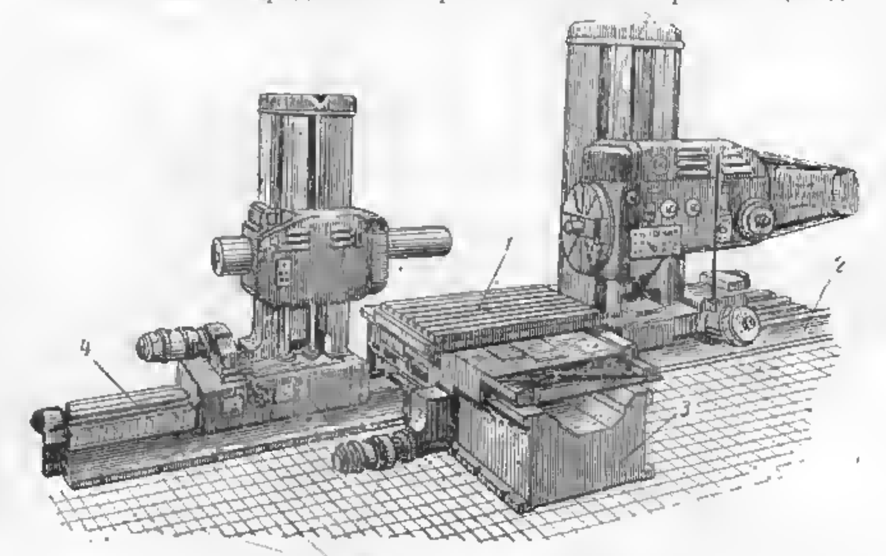
Фиг. 17. Горизонтально-расточный столиковый станок модели 262Г (тип А).

Горизонтально-расточные станки типа А (фиг. 17) предназначены для обработки деталей небольших размеров. На правой стороне станины *7* неподвижно смонтирована передняя стойка *3*. По вертикальным направляющим стойки перемещается бабка *4*, несущая шпиндель *1* и планшайбу *2* с радиальным суппортом. Горизонтальные направляющие станины служат для перемещения нижних салазок стола *5* и задней стойки *8*. По поперечным направляющим нижних салазок перемещаются верхние салазки с поворотным столом *6*.

Такие станки носят название столиковых. В технологических картах они обозначаются условно буквами РС и величиной диаметра шпинделя в *мм*. Так, например, обозначение РС 110 указывает, что мы имеем дело с расточным столиковым станком, диаметр выдвижного шпинделя которого равен 110 *мм*. Станки

типа А изготовляются с диаметром шпинделя от 50 до 150 *мм*.

Горизонтально-расточные станки типа Б (фиг. 18) предназначены для обработки более тяжелых деталей. Они отличаются от станков типа А прежде всего составной станиной. Правая часть станины *2* имеет горизонтальные продольные направляющие для передвижения по ним передней стойки. Поперечная часть станины *3* снабжена направляющими для перемещения нижних салазок стола в поперечном направлении и, наконец, левая часть станины *4* имеет продольные горизонтальные направляющие для



Фиг. 18. Горизонтально-расточный станок модели 2654 (тип Б).

передвижения задней стойки. Стол у таких станков может быть выполнен поворотным или неповоротным. Диаметры шпинделя станков типа Б могут быть от 125 до 300 *мм*.

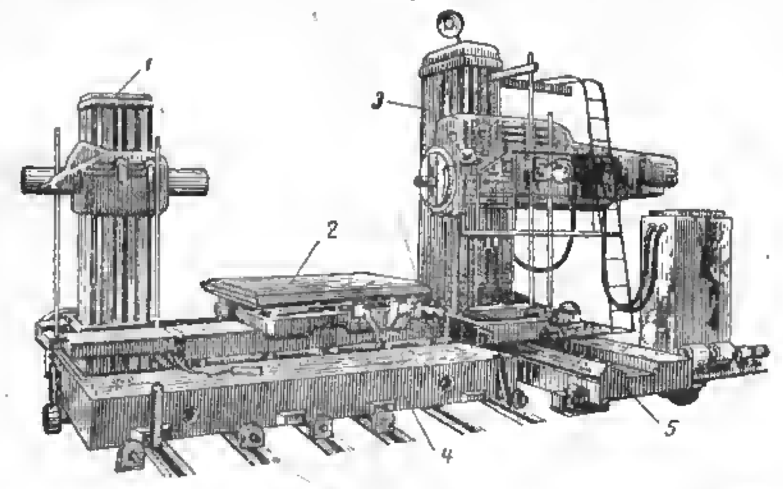
Эти станки обозначаются буквами РКС (расточный колонково-столиковый) и цифрой, указывающей величину диаметра шпинделя в *мм*.

Горизонтально-расточные станки типа В (фиг. 19) предназначены для обработки тяжелых деталей и называются колонковыми. Станок этого типа имеет станину *5*, по направляющим которой перемещается передняя стойка *3*. Детали чаще всего закрепляются неподвижно на плите *4*. Задняя стойка также устанавливается на плите и при необходимости может быть удалена. Если в процессе выполнения операции требуется поворот детали вокруг своей оси, то она может быть помещена не на плиту *4*, а на съемный поворотный стол *2*, который входит в комплект станка.

Колонковые расточные станки выполняются весьма больших размеров, доходящих по диаметру шпинделя до 450 *мм*, по длине хода передней стойки до 9000 *мм* и по ходу шпиндельной бабки до 4250 *мм*.

Такие станки также обозначаются буквами и размером диаметра шпинделя в *мм* (например РК 300).

Вертикально-расточные станки. Вертикально-расточные станки применяются, главным образом, для обработки блоков цилиндров двигателей. Различают следующие четыре основные типа



Фиг. 19. Горизонтально-расточный колонковый станок модели 2657 (тип В).

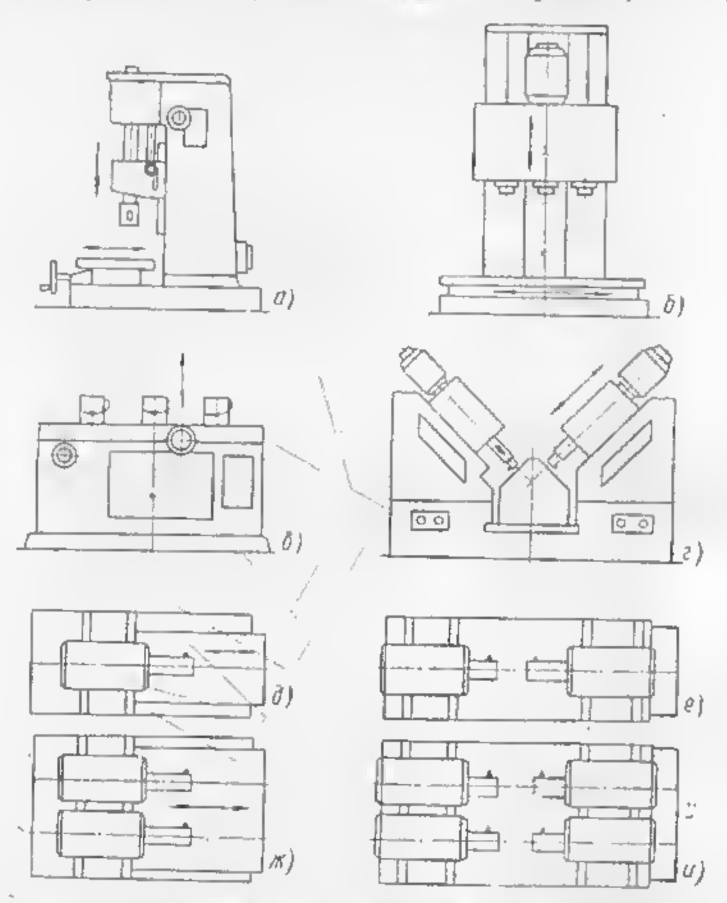
вертикально-расточных станков: одношпиндельные (фиг. 20, *а*); многошпиндельные для расточки сверху вниз (фиг. 20, *б*); многошпиндельные для расточки снизу вверх (фиг. 20, *в*); многошпиндельные со шпинделями, расположенными под углом друг к другу (фиг. 20, *г*).

На вертикально-расточных станках достигается высокая точность выполнения отверстий по диаметру (0,008—0,01 *мм*), а также по овальности и конусности (0,005—0,008 *мм*).

Алмазно-расточные станки. Алмазно-расточные станки широко применяются в промышленности для точной обработки отверстий деталей сравнительно небольших диаметров (например, отверстий в шатунах, поршнях, втулках, гильзах и вкладышах).

Алмазно-расточные станки делятся на односторонние (фиг. 20, *д*, *ж*) и двусторонние (фиг. 20, *е*, *и*), причем каждая группа подразделяется на станки одношпиндельные (фиг. 20, *д*, *е*) и станки многошпиндельные (фиг. 20, *ж*, *и*). Число оборотов у та-

ких станков постоянное, поскольку на них можно обрабатывать деталь, не меняя скорости резания. На алмазно-расточных станках применяются скорости резания, доходящие до 200 *м/мин*, подачи в пределах от 0,01 до 0,1 *мм/об* и глубины резания, рав-



Фиг. 20. Схемы компоновки основных типов расточных станков.

ные 0,1—0,3 *мм*. Работа твердосплавными или алмазными резцами позволяет достичь точности обработки в пределах 0,003—0,005 *мм* на диаметр и чистоты поверхности в пределах 8—9 класса (▽8—▽9).

Координатно-расточные станки. Координатно-расточные станки изготовляются в виде одностоечных или двустоечных станков. Наиболее распространена последняя конструкция, так как она отличается большей жесткостью, а следовательно, и большей

точностью обработки за счет уменьшения вибраций. Современные координатно-расточные станки снабжены оптическими устройствами на механизмах перемещения траверсы, стола и шпиндельной бабки, а также на механизмах поворота стола. Такие устройства обеспечивают точность отсчета величины перемещений подвижных частей до 0,001 *мм*.

Переносные станки. В механических цехах часто применяются универсальные переносные станки. Они могут иметь или только поворотную шпиндельную бабку или же и поворотную шпиндельную бабку и поворотную переднюю стойку. С помощью таких станков упрощается обработка отверстий и плоскостей, имеющих наклон к горизонту. В последнее время на заводах тяжелого машиностроения широко применяется так называемая стендовая обработка деталей, при которой не деталь подносится к станку, а, наоборот, переносный станок перемещается к обрабатываемой детали. Такой метод обработки позволяет значительно сократить время установки и выверки деталей при расточке.

Требования к расточным станкам. Расточные станки могут быть оснащены следующими рабочими органами: одним расточным шпинделем; главным расточным шпинделем и дополнительным быстроходным сверлильным шпинделем; шпиндельными блоками (многошпиндельные станки); расточным шпинделем и планшайбой для закрепления фрезерных головок; расточным шпинделем и планшайбой с радиальным суппортом.

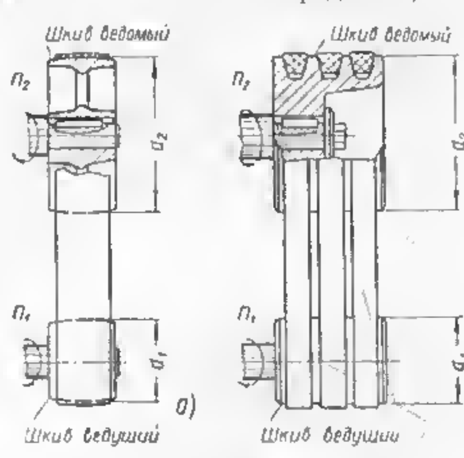
Наиболее сложны по конструкции универсальные горизонтально-расточные станки общего назначения. Конструктивная сложность этих станков объясняется тем, что их механизмы должны сообщать рабочим органам станка следующие движения: вращение шпинделя для обработки отверстий и поверхностей различными инструментами; вращение планшайбы для обработки отверстий и поверхностей больших размеров; продольную подачу шпинделя; продольную подачу стола или передней стойки (станки типа Б); поперечную подачу стола с деталью или передней стойки (станки типа В); вертикальную подачу шпиндельной бабки и, наконец, радиальную подачу суппорта планшайбы.

Кроме того, конструкция этих станков должна обеспечивать выполнение вспомогательных движений: поворота стола; вертикального перемещения люнета задней стойки и перемещения задней стойки по направляющим станины.

20. МЕХАНИЗМЫ ДВИЖЕНИЯ В СТАНКАХ

В конструкции каждого расточного станка имеются такие механизмы, назначение которых состоит в том, чтобы сообщить рабочим органам станка главные и вспомогательные движения, необходимые при обработке различных деталей. Познакомимся в общих чертах с устройством и работой таких механизмов.

Ременная передача. Этот вид передачи движения (фиг. 21) применяют, если ось двигателя расположена на значительном расстоянии от оси первого вала коробки скоростей. Движение передается плоскими или клиновыми ремнями, охватывающими два шкива. Шкив, передающий вращение, называют ведущим, а шкив, принимающий вращение, — ведомым. Число оборотов ведомого шкива можно определить, если число оборотов ведущего шкива умножить на передаточное отношение ременной передачи.



Фиг. 21. Ременная передача:
а — плоскоременная; *б* — клиноременная.

Передаточное отношение — это частное от деления диаметра ведущего шкива на диаметр ведомого. Следовательно, если передаточное отношение обозначить буквой i, то его величину можно узнать по формуле

$$i = \frac{d_1}{d_2},$$

где d_1 — диаметр ведущего шкива в *мм*;
d_2 — диаметр ведомого шкива в *мм*.

Разберем пример определения числа оборотов ведомого вала. Предположим, что число оборотов ведущего шкива n_1=800 об/мин., его диаметр d_1 = 140 *мм* и диаметр ведомого шкива d_2 = 280 *мм*. Требуется определить число оборотов ведомого шкива n_2.

Для решения задачи прежде всего определяем передаточное отношение

$$i = \frac{d_1}{d_2} = \frac{140}{280} = \frac{1}{2};$$

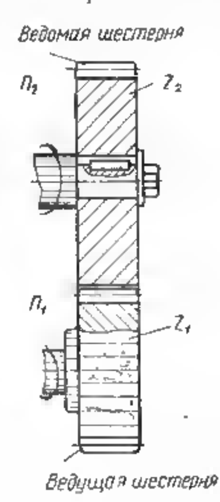
после этого можем получить окончательный ответ

$$n_2 = n_1 i = 800 \cdot \frac{1}{2} = 400 \text{ об/мин.}$$

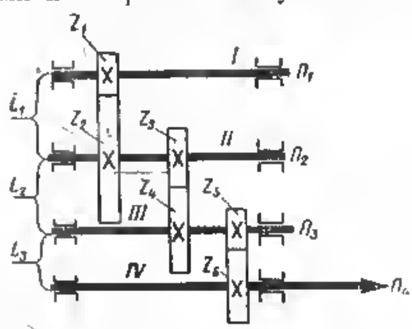
Основной недостаток ременной передачи состоит в том, что для передачи ведомому валу различных чисел оборотов необходимо иметь ступенчатые шкивы. Это значительно усложняет конструкцию и затрудняет эксплуатацию станков. Тем не менее такой вид передачи все же находит применение в конструкции расточных станков. В частности, плоскоременная передача на гильзу расточного шпинделя встречается у станков фирмы «Ричардс», а клиноременная передача от двигателя к первому валу

коробки скоростей имеется и у станка 262Г и ряда других моделей.

Зубчатая передача. Шестерни применяются для передачи вращения между валами, оси которых находятся на близком расстоянии друг от друга. С помощью таких передач можно изменять скорости вращения валов по величине и направлению, а также можно преобразовать усилия, передаваемые от одного вала к другому. Для передачи вращения параллельно расположенным валам применяются цилиндрические шестерни с прямыми, винтовыми и шевронными зубьями. При скрещивающихся валах применяют цилиндрические шестерни с винтовыми зубьями. Передача вращения между пересекающимися валами производится коническими шестернями. Обычно конические и цилиндрические шестерни с винтовыми и шевронными зубьями соединены с валом неподвижно. Прямозубые шестерни могут быть или закреплены неподвижно, или же перемещаться по валу с помощью вилки переключения.



Фиг. 22. Цилиндрическая зубчатая передача.



Фиг. 23. Схема передачи вращения несколькими парами шестерен.

Передаточное отношение i двух шестерен, находящихся в зацеплении (фиг. 22), равно частному от деления числа зубьев ведущей шестерни z_1 на число зубьев ведомой шестерни z_2, т. е.

$$i = \frac{z_1}{z_2},$$

где z_1 — число зубьев ведущей шестерни;

z_2 — число зубьев ведомой шестерни.

Число оборотов ведомой шестерни n_2 вычисляется так же, как у ременной передачи, т. е.

$$n_2 = n_1 i,$$

где n_1 — число оборотов ведущей шестерни.

Чем больше число зубьев ведомой шестерни по сравнению с числом зубьев ведущей, тем меньшее число оборотов в минуту будет иметь вал, на котором закреплена ведомая шестерня. Следовательно, изменение чисел оборотов ведомого вала происходит только при изменении передаточного отношения. Так, если $i > 1$, то ведомый вал будет иметь больше оборотов, чем ведущий. При $i = 1$ числа оборотов ведущего и ведомого валов равны. Если $i < 1$, то уменьшится и число оборотов ведомого вала.

Когда рабочий изменяет положение рукояток коробки скоростей своего станка, он тем самым изменяет положение шестерен в этой коробке и, следовательно, изменяет передаточные отношения, увеличивая или уменьшая число оборотов шпинделя и планшайбы.

Как же определяется передаточное отношение зубчатой передачи, если движение к ведомому валу передается через несколько пар шестерен? В этом случае общее передаточное отношение будет равно произведению всех передаточных отношений каждой пары шестерен, находящихся в одновременном зацеплении. Рассмотрим пример. На фиг. 23 изображена трехступенчатая коробка скоростей. На величину общего передаточного отношения всей коробки, видимо, будут влиять:

передаточное отношение первой пары $i_1 = \frac{z_1}{z_2}$;

передаточное отношение второй пары $i_2 = \frac{z_3}{z_4}$;

передаточное отношение третьей пары $i_3 = \frac{z_5}{z_6}$.

Общее передаточное отношение всех зубчатых пар, начиная от ведущего вала до ведомого, следовательно, будет равно

$$i_{общ} = i_1 i_2 i_3.$$

Если обозначить число оборотов ведущего вала n_1, числа оборотов промежуточных валов — n_2 и n_3 и число оборотов ведомого вала — n_4, то будем иметь:

$$n_2 = n_1 i_1 = n_1 \frac{z_1}{z_2};$$

$$n_3 = n_1 i_1 i_2 = n_1 \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4};$$

$$n_4 = n_1 i_1 i_2 i_3 = n_1 i_{общ} = n_1 \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6}.$$

Предположим, что $z_1 = 20$, $z_2 = 30$, $z_3 = 25$, $z_4 = 50$, $z_5 = 20$, $z_6 = 60$, а $n_1 = 200$ об/мин. Тогда

$$i_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{20}{30} = \frac{2}{3}; \quad i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{25}{50} = \frac{1}{2}; \quad i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}.$$

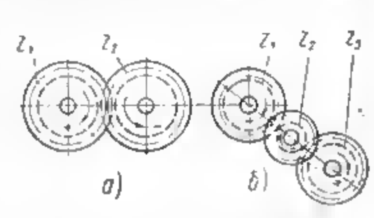
Следовательно,

$$n_2 = n_1 i_1 = 200 \frac{2}{3} = 133{,}3 \text{ об/мин.};$$

$$n_3 = n_1 i_1 i_2 = 200 \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = 66{,}6 \text{ об/мин.};$$

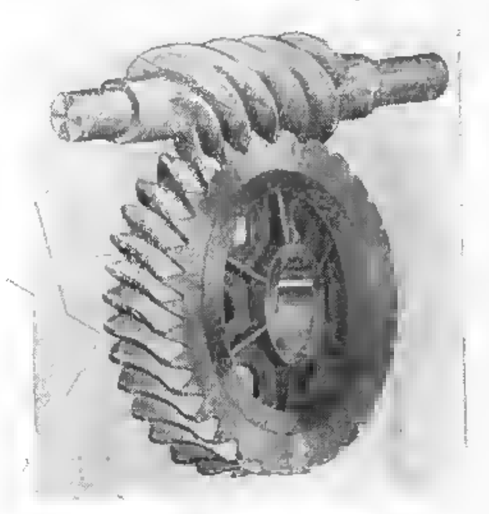
$$n_4 = n_1 i_{общ} = 200 \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} = 33{,}3 \text{ об/мин.}$$

По такой схеме ведутся подсчеты чисел оборотов валов всех коробок скоростей, коробок подач и других зубчатых редукторов. Однако следует иметь в виду, что в кинематическую цепь могут быть включены не только зубчатые передачи, но и другие механизмы, также изменяющие передаточное отношение, как например, ременные, червячные и другие передачи. Но и такие передачи не меняют



Фиг. 24. Схема вращения ведомого вала:

а — вращение в разные стороны; *б* — вращение в одну сторону.



Фиг. 25. Червячная передача.

принципа расчета общего передаточного отношения как произведения частных передаточных отношений.

Если в зацеплении участвует четное количество шестерен (фиг. 24, *а*), то направление вращения ведущего и ведомого валов взаимно противоположны.

При нечетном количестве шестерен (фиг. 24, *б*) направления вращения ведомого и ведущего валов совпадают. Введенная промежуточная шестерня z_2 в данном случае передаточного отношения не изменяет, а влияет только на направление вращения ведомого вала. В этом можно убедиться, произведя несложный расчет: $i = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_3}$; сократив z_2, получим $i = \frac{z_1}{z_3}$, т. е. то же, что и при сцеплении двух шестерен.

Червячная передача. Червячная передача (фиг. 25) состоит из

двух элементов: червяка и червячной шестерни. Ведущим элементом является червяк. Червячная пара позволяет осуществлять очень малые передаточные отношения, т. е. позволяет резко снизить число оборотов ведомого вала. Такие передачи применяются в механизмах подачи радиального суппорта, шпинделя и стола расточных станков.

Передаточное отношение i червячной пары может быть рассчитано по формуле

$$i = \frac{k}{z},$$

где k — число ходов нарезки червяка;
z — число зубьев червячной шестерни.



Фиг. 26. Реечная передача.

Реечная передача. Реечная передача (фиг. 26) служит для преобразования вращательного движения в поступательное или наоборот. Наиболее распространенной схемой реечной передачи является пара, состоящая из зубчатой шестерни и зубчатой рейки. В расточных станках такая передача применяется для осуществления продольного хода стола и перемещения радиального суппорта планшайбы.

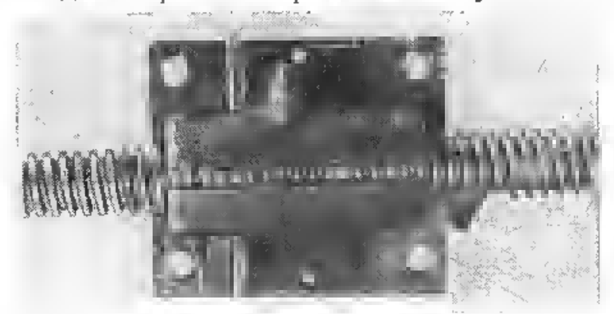
Величина перемещения рейки S за один оборот зубчатого колеса определяется по формуле

$$S = tz = \pi m z \text{ мм},$$

где t — шаг рейки в *мм*;
z — число зубьев шестерни;
m — модуль зубчатой пары.

Винтовая передача. Для преобразования вращательного движения в поступательное широко применяется винтовая передача (фиг. 27), состоящая из винта и гайки. Эта передача используется

в расточных станках для осуществления подачи шпинделя, вертикального подъема шпиндельной бабки, поперечного хода стола, подъема подшипника задней стойки. Перемещение гайки винтовой передачи за один оборот винта равно его шагу.



Фиг. 27. Винтовая передача.

21. ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ СТАНКОВ

Муфты. Для соединения двух соосных валов друг с другом используются соединительные муфты. По конструктивному оформлению муфты весьма различны.

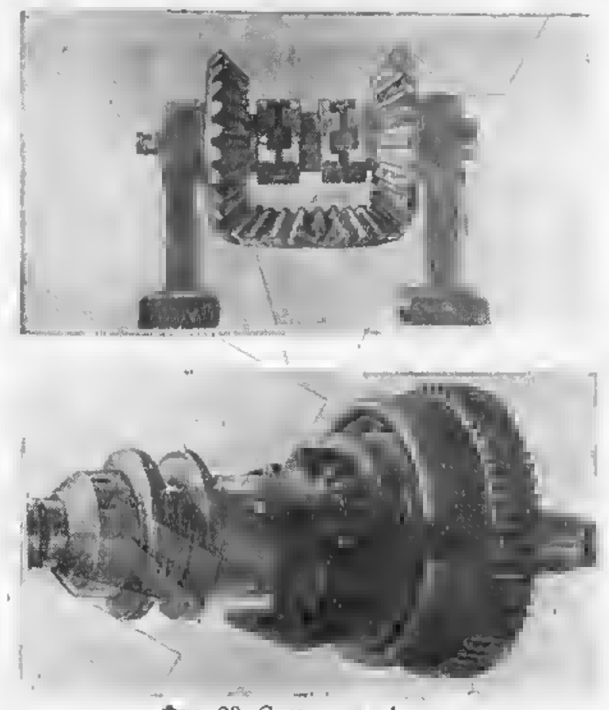
Чаще всего в конструкциях расточных станков применяются три типа муфт: постоянные, сцепные и предохранительные. Постоянные муфты выполняются в виде втулок и служат для неразъемных соединений двух валов. Втулка постоянной муфты скрепляется с валом шпонкой или штифтами. В последнем случае такая муфта может быть использована в качестве предохранительной. При несоосности соединяемых валов применяются эластичные муфты, изготовляемые обычно в виде двух фланцев, соединенных пальцами с кожаными или резиновыми кольцевыми прокладками.

Сцепные муфты служат для периодического соединения валов или включения зубчатых пар механизмов станков. На фиг. 28, *а* изображена кулачковая муфта, применяемая для включения осевого перемещения шпинделя. Достоинство подобных муфт состоит в простоте изготовления, а основной недостаток — в невозможности включения на ходу при большой разности скоростей вращения обеих половинок муфты. Такие муфты широко применяются для включения подач стола, ручных перемещений, включения вращения шпинделя и планшайбы расточных станков.

Предохранительные муфты соединяют валы посредством предохранительных штифтов, срезающихся после того, как нагрузка превзойдет допустимые пределы. Данная конструкция удобна только при свободном доступе к соединяемым валам, т. е. если легко может быть произведена замена срезанных штиф-

тов. В других случаях, как например, внутри шпиндельной бабки, ставятся пружинно-штифтовые или пружинно-шариковые предохранительные муфты, у которых шарики или штифты при перегрузке проскальзывают и расцепляют механизмы станка.

Фрикционные муфты (фиг. 28, *б*) являются разновидностью сцепных муфт. Они также служат для соединения валов, но в отличие от кулачковых муфт допускают включение на ходу при значительной разности скоростей вращения обеих половинок



Фиг. 28. Сцепные муфты:
а — кулачковая; *б* — фрикционная.

муфты. При перегрузке фрикционные муфты допускают проскальзывание ведомых звеньев, являясь одновременно и предохранительными муфтами. На механизме ускоренных перемещений станка 262Г имеется такая фрикционная многодисковая муфта. Вращение ведущего вала муфта передаст посредством нескольких дисков, работающих обеими сторонами. Усилие трения между дисками регулируется давлением пружины на внешний диск с помощью гайки.

Валы. В большинстве машин и механизмов усилие и движение передаются при помощи деталей, называемых валами. Монтируются валы в подшипниках скольжения или качения.

Подшипники. Опорами вращающихся валов служат подшипники. Они должны обеспечивать необходимую точность вращения вала как в осевом, так и в радиальном направлении, высокую износостойкость, минимальное трение, а также определенную грузоподъемность.

Подшипники скольжения, изготовляемые в виде цельных втулок, в которых износ, как правило, не компенсируется, применяются в тех случаях, когда не требуется высокой точности вращения. Для валов, работающих в тяжелых условиях и при высокой точности вращения, подшипники скольжения делаются регулируемыми, что позволяет компенсировать износ их рабочей поверхности.

Подшипники качения (шарикоподшипники и роликоподшипники) имеют очень широкое применение. Выбор типа подшипника качения зависит от условий работы вала, схемы распределения и способа компенсации усилий.

Шпонки. Для закрепления на валу вращающихся деталей, кроме шлицевых соединений, употребляются шпонки, представляющие собой клинообразный или призматический стальной брусок. По конструкции шпонки делятся на две группы: клиновые или затяжные и призматические или врезные.

Клиновые шпонки вводятся в паз ударами молотка и уклон шпонки не дает соединенным деталям смещаться в осевом направлении. Призматические шпонки всегда делаются врезными и свободно закладываются в паз. Такая шпонка передает вращение, но не удерживает деталь в осевом направлении, и если есть в этом необходимость, то предусматривается дополнительное осевое крепление детали на валу. Для валов малых диаметров, передающих незначительные усилия, широко применяют сегментные шпонки.

22. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА СТАНКА 262Г

Существует большое количество всевозможных моделей горизонтально-расточных столиковых станков, выпускаемых как отечественными заводами, так и иностранными фирмами. Различаются они по назначению, по конструктивному оформлению, по степени автоматизации и, наконец, по своим размерам. Несмотря на такое многообразие станков, имеется возможность в каждой модели станка выделить основные механизмы (узлы), изучив которые можно свободно ориентироваться в устройстве любого расточного станка.

Но прежде чем перейти к подробному ознакомлению с конструкциями отдельных узлов, следует представить всю систему передачи движения от двигателя к рабочим частям станка. Разбор взаимодействия деталей и узлов по сборочным чертежам сложен и требует много времени. Поэтому для изучения передачи дви-

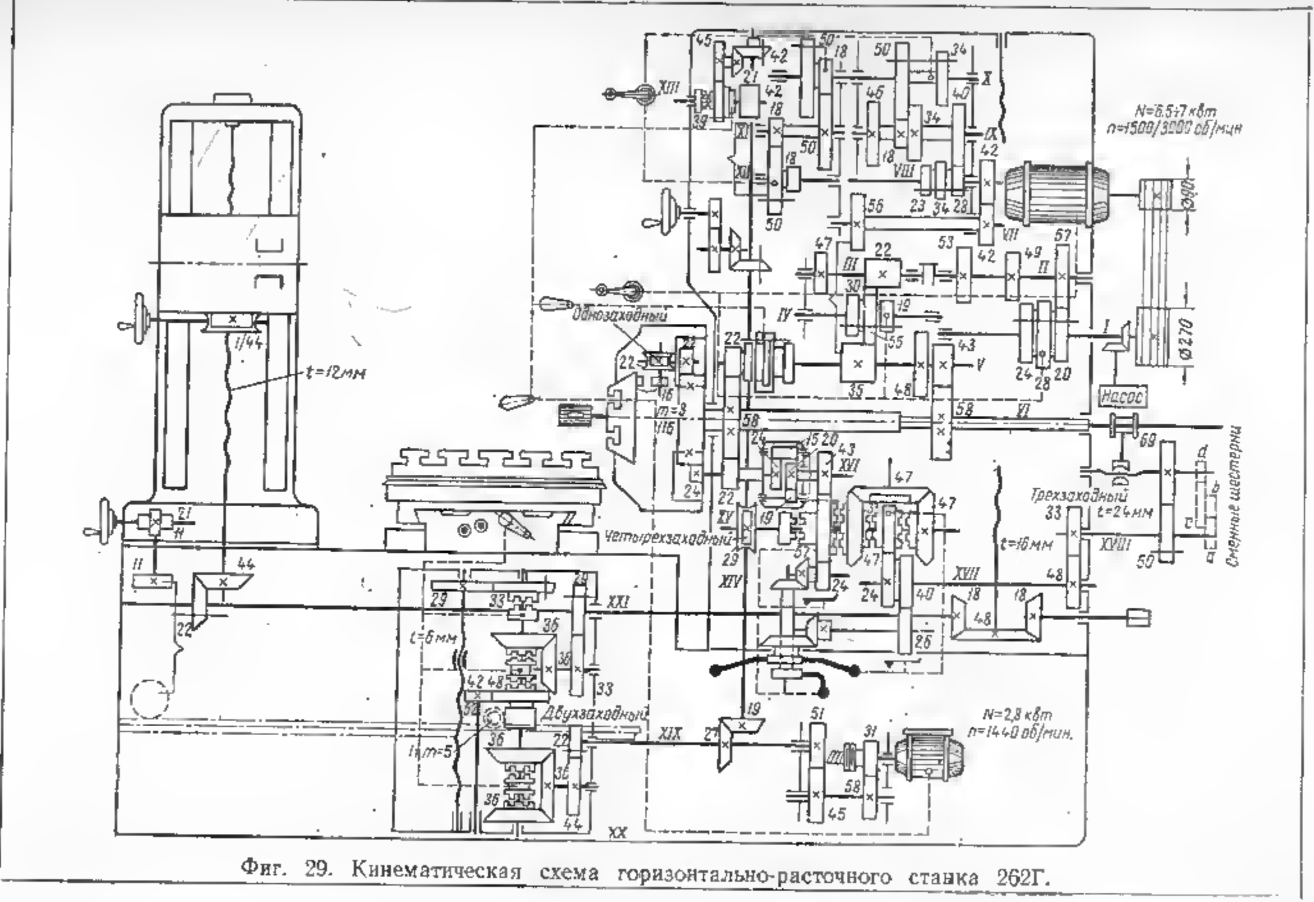
жения пользуются кинематическими схемами. На схемах детали станков изображаются условными обозначениями.

Станок 262Г (см. фиг. 17), выпускаемый Ленинградским станкостроительным заводом им. Свердлова, имеет следующую техническую характеристику:

Диаметр выдвижного шпинделя в *мм*	85
Конус для крепления инструмента в шпинделе	Морзе № 5
Наибольшее продольное перемещение выдвижного шпинделя в *мм*	600
Диаметр планшайбы в *мм*	630
Наибольшее радиальное перемещение суппорта планшайбы в *мм*	170
Размеры рабочей поверхности стола в *мм*:	
длина	1000
ширина	800
Наибольшее перемещение стола в *мм*:	
продольное	1140
поперечное	850
Высота оси шпинделя над поверхностью стола в *мм*:	
наименьшая	45
наибольшая	800
Количество скоростей выдвижного шпинделя	18
Пределы чисел оборотов выдвижного шпинделя в об/мин.	от 20 до 1000
Число скоростей планшайбы	18
Пределы чисел оборотов планшайбы в об/мин.	от 10 до 200
Количество продольных и поперечных подач стола, осевых подач шпинделя, вертикальных подач шпиндельной бабки и радиальных подач суппорта планшайбы	18
Пределы подач шпинделя на один его оборот в *мм*	от 0,05 до 16,0
Пределы подач стола и шпиндельной бабки в миллиметрах на один оборот шпинделя	от 0,025 до 8,0
Пределы подач стола и шпиндельной бабки в миллиметрах на один оборот планшайбы	от 0,025 до 8,0
Пределы подач радиального суппорта в миллиметрах за один оборот планшайбы	от 0,025 до 8,0
Скорость ускоренного перемещения выдвижного шпинделя в *м/мин*	4,8
Скорость ускоренного продольного и поперечного перемещения стола и вертикального перемещения шпиндельной бабки в *м/мин*	2,4
Скорость ускоренного перемещения радиального суппорта в *м/мин*	1,2

На фиг. 29 приведена кинематическая схема станка 262Г.

Привод главного движения. Шпиндель и планшайба станка получают вращательное движение, как это видно из правой верхней части схемы, от двигателя, установленного на шпиндельной бабке, посредством клиноременной передачи $\frac{90}{270}$ и шестерен коробки скоростей. Сочетанием переключений строенных блоков



Фиг. 29. Кинематическая схема горизонтально-расточного станка 262Г.

шестерен (20—28—24 и 30—55—19) с двумя переключениями двигателя достигается восемнадцать ступеней чисел оборотов шпинделя и планшайбы.

Уравнение кинематической цепи привода главного движения для наименьших чисел оборотов шпинделя составляется при включении двигателя на наименьшее число оборотов (1500 об/мин.) и при самом наименьшем передаточном отношении шестерни коробки скоростей. Обозначим через $n_{шп}$ — число оборотов шпинделя, $n_{дв}$ — число оборотов двигателя и $i_{общ}$ — передаточное отношение находящихся в зацеплении шестерен. Тогда, очевидно, число оборотов ведомого вала (шпинделя) будет равно числу оборотов ведущего вала (двигателя), умноженному на передаточное отношение зацепленных шестерен коробки скоростей. Это положение может быть выражено формулой

$$n_{шп} = n_{дв}\, i_{общ}.$$

Подставляя цифровые данные из схемы, получим

$$n_{шп} = 1500 \cdot \frac{90}{270} \cdot \frac{20}{57} \cdot \frac{22}{55} \cdot \frac{19}{48} \cdot \frac{43}{58} \approx 20 \text{ об/мин.}$$

Это уравнение кинематической цепи соответствует наименьшим числам оборотов шпинделя. Для получения наибольших чисел оборотов двигатель переключается на 3000 об/мин. При помощи механизма переключения строенный блок шестерен на валу *I* передвигается до зацепления шестерен *28* и *49* вала *II*, а строенный блок на валу *III* до зацепления другой пары шестерен *47* и *30*.

Уравнение кинематической цепи для наибольшего числа оборотов шпинделя, очевидно, будет следующим:

$$n_{шп} = 3000 \cdot \frac{90}{270} \cdot \frac{28}{49} \cdot \frac{47}{30} \cdot \frac{55}{35} \cdot \frac{43}{58} \approx 1000 \text{ об/мин.}$$

Если такие уравнения составить для каждого из возможных переключений зубчатых блоков и двух переключений двигателя, то можно определить все 18 ступеней чисел оборотов шпинделя — 20, 25, 32, 40, 50, 64, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000.

Привод планшайбы. Как видно из схемы, планшайба также получает вращение от главного двигателя. Включение и выключение ее движения осуществляется пусковой кулачковой муфтой, допускающей одновременное или раздельное включение шпинделя и планшайбы. Уравнения кинематической цепи для различных чисел оборотов планшайбы составляются подобно уравнениям

кинематических цепей для шпинделя. Так, наименьшее число оборотов планшайбы подсчитывается по уравнению

$$n_{пл} = n_{дв} i_{общ} = 1500 \frac{90}{270} \cdot \frac{20}{57} \cdot \frac{22}{55} \cdot \frac{19}{48} \cdot \frac{22}{58} \approx 10 \text{ об/мин.}$$

Из 18 возможных ступеней чисел оборотов планшайбы практически используется 14 ступеней. Эти числа оборотов в два раза меньше, чем соответствующие числа оборотов шпинделя 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 64, 80, 100, 125, 160 и 200.

Станок имеет следующие движения подачи: осевое перемещение шпинделя, радиальное перемещение суппорта по планшайбе, вертикальное перемещение шпиндельной бабки, поперечное перемещение стола и осевое перемещение шпинделя при нарезании резьбы.

Привод продольной подачи шпинделя. Продольная подача выдвижного шпинделя, измеряемая в *мм/об* шпинделя, осуществляется по следующей схеме: расточный шпиндель — постоянные шестерни $\frac{58}{43} \cdot \frac{35}{56}$; $\frac{42}{42}$ — строенный передвижной блок на валу *VIII* коробки подач, дающий три переключения $\left(\frac{28}{40}, \frac{34}{34}, \frac{23}{46}\right)$; второй сдвоенный блок на валу *X* $\left(\frac{18}{59}, \frac{34}{34}\right)$, дающий два переключения; третий (также сдвоенный) блок на этом же валу $\left(\frac{18}{50}, \frac{50}{18}\right)$; четвертый сдвоенный блок на валу *XII* — постоянная передача $\frac{50}{42}$ — предохранительное устройство — постоянные шестерни $\frac{39}{45} \cdot \frac{21}{42}$ — вертикальный вал *XIV*. Движение от вертикального вала передается червячной шестерне *29* посредством четырехзаходного червяка, посаженного на вал на скользящей шпонке. Последняя неподвижно закреплена на валу *XV* механизма распределения подач радиального суппорта и шпинделя. Продольная подача шпинделя осуществляется с помощью шестерни *33*, которая находится между коническими шестернями *47*. Изображенный на схеме механизм, состоящий из трех конических шестерен *47*, называется реверсом и служит для изменения направления подачи шпинделя (вперед—назад). При включении подачи шестерня *33* передаст вращение через шестерню *24* валу *XVII*, который посредством шестерен *48*, *33* и *50* передаст движение шестерне *69*, неподвижно закрепленной на ходовом винте. Ходовой винт начнет вращаться и потянет гайку ползуна. Поскольку ползун связан со шпинделем, то и шпиндель получит осевое перемещение.

Чтобы проследить путь осуществления продольной подачи шпинделя на один его оборот, составим уравнение кинематической цепи для наибольшей подачи

$$s = 1_{об.\ шп}\, i_{общ}\, t_{хв},$$

где $t_{хв}$ — шаг ходового винта в *мм*;

$i_{общ}$ — передаточное отношение всех шестерен, принимающих участие в осуществлении подачи.

Решая уравнение, получим

$$s_{наиб} = 1_{об.\ шп} \frac{58}{43} \cdot \frac{35}{56} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{42} \cdot \frac{39}{45} \cdot \frac{21}{42} \times$$

$$\times \frac{4}{29} \cdot \frac{33}{24} \cdot \frac{48}{33} \cdot \frac{50}{69}\, 24 \approx 16 \text{ мм/об.}$$

Включение в цепь подач механизма реверса не изменит числовой величины подачи, так как передаточное отношение конических шестерен реверса равно 1. Таким же образом можно получить остальные 17 подач и составить полную таблицу подач для данной модели станка.

Привод радиальной подачи суппорта планшайбы. Радиальная подача суппорта, измеряемая в *мм/об* планшайбы, до вала распределения подач *XV* осуществляется по той же схеме, что и подача выдвижного шпинделя, с той лишь разницей, что начало движения берется не от шестерен шпинделя $\left(\frac{58}{43}\right)$, а от шестерен шпинделя планшайбы $\left(\frac{58}{22}\right)$. При включении вправо или влево шестерни *57* (вращение планшайбы по часовой или против часовой стрелки) движение от вала *XV* будет передано шестерне *43* планетарного механизма. С помощью этого механизма шестерня *24*, сцепленная с шестерней *116*, получит суммированное движение от шестерни *58*, неподвижно закрепленной на шпинделе планшайбы, и от механизма коробки подач. Свободно сидящая на планшайбе шестерня *116* передает суммированное движение шестерне *22*, на валу которой закреплен одноходовой червяк. От червяка движение передается червячной шестерне *22* и реечной шестерне *16*, которая находится в зацеплении с рейкой радиального суппорта.

Числа зубьев планетарного механизма таковы, что при отключенной подаче шестерня *116* вращается с теми же числами оборотов, что и планшайба, а поэтому подачи суппорта не происходит. Для данной модели станка передаточное отношение планетарной передачи постоянно и равно $\frac{5}{6}\left(i_{пл} = \frac{5}{6}\right)$.

Чтобы проследить путь осуществления радиальной подачи суппорта на один оборот планшайбы, составим уравнение кине-

матической цепи, связывающей планшайбу с радиальным суппортом для случая наибольшей подачи

$$s_p = 1_{об.\,пл}\, i_{общ}\, \pi\, m\, z_p,$$

где s_p — наибольшая подача на один оборот планшайбы в *мм*;
$i_{общ}$ — передаточное отношение всех шестерен цепи;
π — постоянный коэффициент, равный 3,14;
m — модуль реечного зацепления;
z_p — число зубьев реечной шестерни.

Решая уравнение, получим

$$s_p = 1_{об.\,пл} \frac{58}{22} \cdot \frac{35}{56} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{42} \cdot \frac{39}{45} \cdot \frac{21}{42} \cdot \frac{4}{29} \times$$

$$\times \frac{57}{43} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{24}{116} \cdot \frac{116}{22} \cdot \frac{1}{22}\, 3{,}14 \cdot 3 \cdot 16 \approx 8 \text{ мм/об.}$$

По этому же принципу можно рассчитать остальные подачи радиального суппорта, допускаемые механизмом коробки подач, и составить таблицу.

Привод вертикальной подачи шпиндельной бабки поперечной и продольной подачи стола. Продольные, поперечные и вертикальные подачи связаны с работой шпинделя, поэтому настройку станка удобно вести из расчета на один оборот шпинделя. Кинематическая цепь для осуществления этих подач до вертикального вала *XIV* остается такой же, как и для осуществления продольной подачи выдвижного шпинделя. На нижнем конце вала *XIV* неподвижно сидит коническая шестерня *19*, передающая через коническую шестерню *27* и горизонтальный вал *XIX* движение механизму включения и реверсирования вращения вала *XX*. Включение двусторонней кулачковой муфты обеспечивает изменение направления вращения вала, а следовательно, и перемещение подвижных органов станка.

Для осуществления продольной подачи стола вторая кулачковая муфта сцепляется с кулачками шестерни *48*, которая соединена жестко с двухходовым червяком, передающим движение на червячную шестерню *52*. Червячная шестерня сидит на одном валу с реечной шестерней *11*, сцепленной с рейкой. Продольная подача стола осуществляется, в конечном счете, реечным механизмом стола, следовательно, ее уравнение должно связывать движение шпинделя с реечной шестерней, а именно:

$$s_{пр} = 1_{об.\,шп}\, i_{общ}\, \pi\, m\, z_p$$

или $s_{пр} = 1_{об.\,шп} \frac{58}{43} \cdot \frac{35}{56} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{42} \cdot \frac{39}{45} \cdot \frac{21}{42} \times$

$$\times \frac{19}{27} \cdot \frac{22}{44} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{2}{52}\, 3{,}14 \cdot 5 \cdot 11 \approx 8 \text{ мм/об.}$$

Поперечная подача стола осуществляется по этой же схеме, но движение от вала *XX* здесь передается через шестерни *33* и *29* на ходовой винт. Величина наибольшей подачи определится уравнением

$$s_{нп} = 1_{об.\,шп}\, i_{общ}\, t_{хв},$$

где $t_{хв}$ — шаг ходового винта в *мм*.

Таким образом, величина наибольшей подачи будет равна

$$s_{нп} = 1_{об.\,шп} \frac{58}{43} \cdot \frac{35}{56} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{31}{34} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{42} \cdot \frac{39}{45} \times$$

$$\times \frac{21}{42} \cdot \frac{19}{27} \cdot \frac{22}{44} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{33}{29}\, 6 \approx 8 \text{ мм/об.}$$

Вертикальная подача шпиндельной бабки также осуществляется от вала *XX* посредством кулачковой муфты, которая зацепляется с конической шестерней *36* и передает вращение валу *XXI* через шестерни *33* и *29*. На правом конце этого вала посажена коническая шестерня *18*, которая связана с конической шестерней *48*, сидящей на ходовом винте вертикальной подачи. Наибольшая подача может быть получена из уравнения

$$s_{вп} = 1_{об.\,шп}\, i_{общ}\, t_{хвв},$$

где $t_{хвв}$ — шаг ходового винта вертикального подъема шпиндельной бабки в *мм*, или

$$s_{вп} = 1_{об.\,шп} \frac{58}{43} \cdot \frac{35}{56} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{34}{34} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{18} \cdot \frac{50}{42} \cdot \frac{39}{45} \cdot \frac{21}{42} \times$$

$$\times \frac{19}{27} \cdot \frac{22}{44} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{33}{29} \cdot \frac{18}{48} \cdot 16 \approx 8 \text{ мм/об.}$$

Подобным же образом можно вычислить величины и остальных подач шпиндельной бабки, люнета задней стойки и стола за один оборот шпинделя или планшайбы.

Продольная подача шпинделя при нарезании резьбы настраивается по той же схеме, что и в момент настройки на обычную подачу, за исключением того, что вместо последней постоянной передачи $\frac{50}{69}$ в цепь включается винторезная гитара сменных шестерен $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$.

Расчет производится по формуле

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{t_н}{ii_1\, t_x},$$

где a и c — числа зубьев ведущих шестерен;

b и d — числа зубьев ведомых шестерен;

$t_н$ — шаг нарезаемой резьбы в *мм*;
i — постоянное передаточное отношение между шпинделем и ходовым винтом;
i_1 — переменное передаточное отношение цепи подач;
$t_х$ — шаг ходового винта в *мм*.

Приводом для ускоренных перемещений всех подвижных органов станка служит вспомогательный электродвигатель мощностью 2,8 *квт* с числом оборотов 1440 об/мин. От этого электродвигателя вращение передается через шестерни *31*, *58*, *45*, *51* на вал *XIX*, причем с включением двигателя рабочая подача автоматически выключается. На схеме штриховые линии указывают управление различными механизмами с помощью рукояток и штурвалов, а цифры около шестерен — число их зубьев.

23. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ СТАНКОВ

Рассмотрим конструкцию станка 262Г (см. фиг. 17). Его станина служит для установки всех узлов. Она имеет коробчатую форму, усиленную продольными и поперечными ребрами. На верхней части станины располагаются продольные направляющие, по которым перемещаются нижние салазки стола и задняя стойка станка. Эти направляющие точно обработаны и поэтому строго прямолинейны и параллельны друг другу.

Станина станка изготовлена из высококачественного чугуна, прошедшего соответствующую термическую обработку, гарантирующую снятие внутренних напряжений в отливке и, следовательно, неизменность ее размеров при эксплуатации. Внутри станины предусмотрен отсек для охлаждающей жидкости.

Передняя стойка станка установлена и закреплена на правой расширенной части станины при помощи болтов и штифтов. Эта стойка служит основой для монтажа шпиндельной бабки и направлением для ее вертикального перемещения. Стойка также отлита из чугуна и имеет форму трубы прямоугольного сечения. Внутри стойки подвешиваются на блоках стальными тросами грузы, уравновешивающие вес шпиндельной бабки и разгружающие механизм ее подъема. Стойка имеет плоские вертикальные направляющие, по которым движется шпиндельная бабка. Бабка представляет собой корпус, в котором размещены коробка скоростей, шпиндельное устройство и коробка подач. На лицевой стороне бабки находятся органы управления станком и кнопочная станция. С правой стороны ее смонтирован механизм осевого перемещения шпинделя, а слева — планшайба с радиальным суппортом. В шпиндельной бабке также расположены привод главного движения и насос для смазки.

Для сообщения шпинделю и планшайбе главного (рабочего) движения в корпусе шпиндельной бабки имеется механизм, называемый коробкой скоростей. Коробка сообщает шпинделю и план-

шайбе различное число оборотов в минуту и позволяет настраивать станок на наивыгоднейший режим резания при обработке детали. Число оборотов обычно указано в таблице, имеющейся на станке.

Изменение числа оборотов шпинделя и планшайбы достигается соответствующим перемещением зубчатых блоков и переключением скоростей главного двигателя. Как же осуществляется передача этих движений? Вращение электродвигателя (фиг. 30, *а*) передается на шкив *11* приемного вала *14* коробки скоростей при помощи клиноременной передачи. Вал *14* на кинематической схеме (фиг. 29) обозначен цифрой *I*. По шлицевой части этого вала свободно передвигается тройной блок шестерен *9*, поочередно сцепляемый с шестернями *6*, *7* и *8*, установленными на валу *10*. На фиг. 29 этот вал обозначен цифрой *II*. В зависимости от передаточного отношения этих шестерен вал *10* получает одну из трех различных ступеней чисел оборотов. Другой тройной блок *17*, сцепляя по очереди шестерни *5* и *15*; *5* и *3* и, наконец, *4* и *3*, увеличит до девяти количество различных ступеней чисел оборотов вала *16*.

Двигатель может быть легко переключен на вторую ступень, тогда вал *16* получит еще дополнительно девять ступеней чисел оборотов. Таким образом, этот вал имеет 18 различных ступеней чисел оборотов в минуту и передает их на шпиндель через косозубые шестерни *13* и *12* и после включения муфты *2* на планшайбу через шестерни *1*, *18*.

Валы в этой коробке смонтированы на шариковых и роликовых подшипниках. Шестерни изготовлены из термически обработанной стали, а зубья их шлифованы.

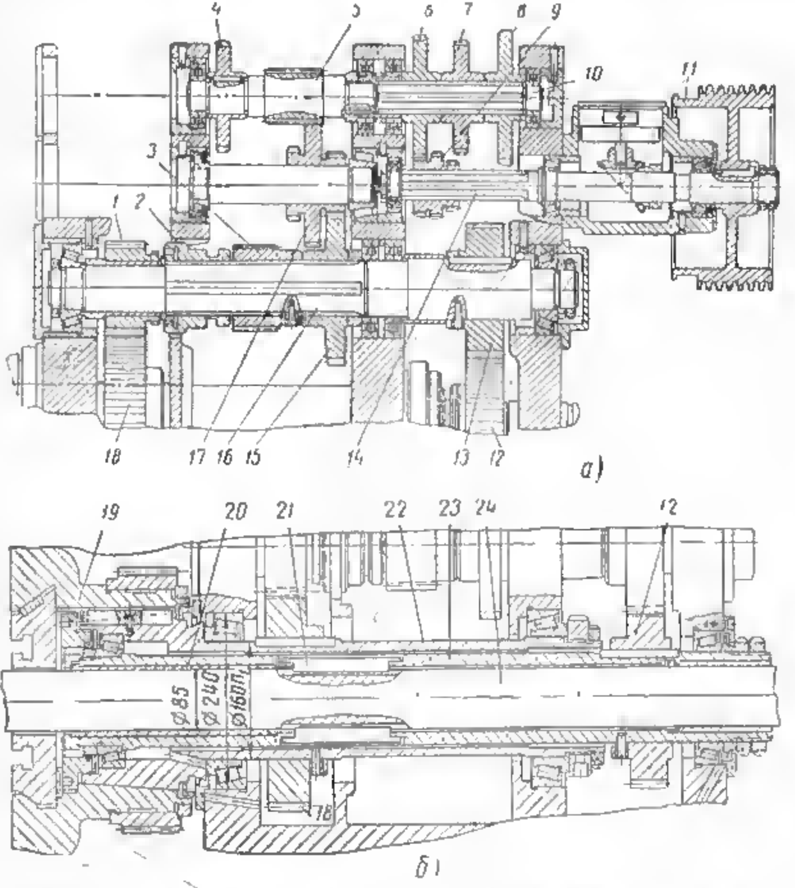
Передаточные отношения в коробке скоростей рассчитаны так, что число оборотов у планшайбы в два раза меньше числа оборотов шпинделя.

Шпиндельное устройство станка (фиг. 30, *б*) состоит из выдвижного шпинделя *24*, пустотелого шпинделя *23* (на фиг. 29 обозначен цифрой *VI*) и шпинделя планшайбы *22*. К шпиндельному устройству предъявляются особенно жесткие требования, так как от качества изготовления шпинделей и качества их монтажа прежде всего зависит точность расточных работ.

Пустотелый шпиндель *23*, смонтированный в регулируемых конических роликовых подшипниках, получает свое вращение от коробки скоростей через шестерню *12* (см. фиг. 30, *а*). Выдвижной шпиндель кроме этого вращения должен одновременно иметь и осевое перемещение. Это комбинированное движение достигается тем, что по наружной поверхности выдвижного шпинделя *24* по всей его длине профрезерованы два противолежащих шпоночных паза, в которые входят шпонки *21*. Шпонки соединяют оба шпинделя, обеспечивают передачу вращения выдвижному шпин-

делю и его свободное осевое перемещение. Для уменьшения трения при осевом перемещении выдвижной шпиндель помещается в нерегулируемых втулках *20*.

Планшайба *19* расточного станка смонтирована на полом шпинделе *22*, установленном на конических роликовых подшипни-

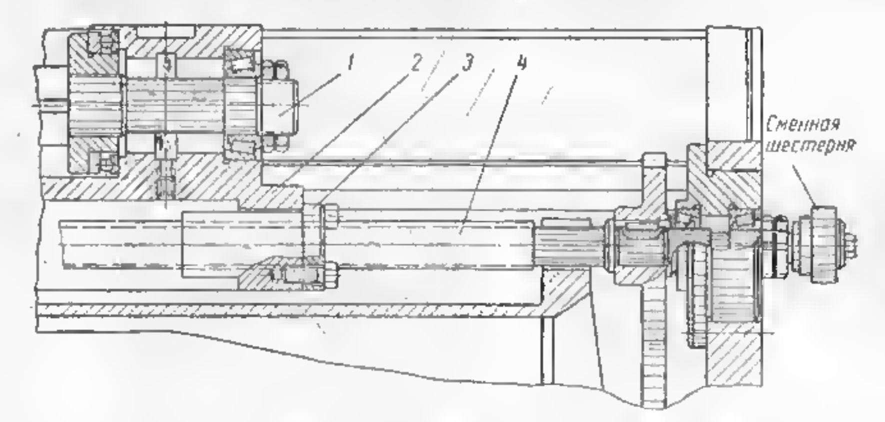


Фиг. 30. Устройство коробки скоростей и шпиндельное устройство горизонтально-расточного станка 262Г.

ках, и связана с коробкой скоростей шестерней *18*. Такое устройство создает независимость вращения планшайбы и выдвижного шпинделя. Это означает, что они могут вращаться либо одновременно и с различным числом оборотов в минуту, либо вращается один шпиндель без планшайбы. Главное преимущество данной конструкции состоит в том, что выдвижной и пустотелый шпиндели

разгружены от веса планшайбы. Это увеличивает жесткость всего шпиндельного устройства и повышает точность обработки деталей. С левой стороны выдвижного шпинделя расточено коническое отверстие с конусом Морзе 5 (на фигуре не показано) для крепления различных инструментов и профрезеровано два поперечных окна. Одно из окон служит для затяжки инструмента с помощью клина, а другое для его выбивания (на фигуре отсутствуют).

В процессе работы следует быть внимательным к состоянию регулировки подшипника пустотелого шпинделя, так как расслабление этих подшипников вызывает биение выдвижного шпинделя и приводит к неточности обработки отверстий.



Фиг. 31. Привод осевой подачи шпинделя станка 262Г.

Хвостовая часть шпиндельной бабки (фиг. 31) представляет чугунную отливку, снабженную горизонтальными направляющими для движений ползуна *2*, связанного с правым концом шпинделя *1* и винтом *4* осевой подачи шпинделя. На фиг. 29, *а* шпиндель обозначен позицией *24*. Ходовой винт *4* получает вращение от коробки подач, приводимой во вращение также от пустотелого шпинделя. Вращаясь, ходовой винт *4* тянет связанную с ползуном гайку *3* и, следовательно, перемещает ползун вместе со шпинделем.

Выбор величины подачи при выполнении расточных работ зависит от твердости обрабатываемого материала, припуска на обработку и других элементов режима резания. При выполнении любой расточной операции, кроме нарезания резьбы, нет необходимости в точной настройке на величину подачи. При нарезании же резьбы резцами перемещение шпинделя должно быть точно согласовано с его вращением, поскольку нарезаемая резьба должна иметь строго определенный шаг. На расточном станке

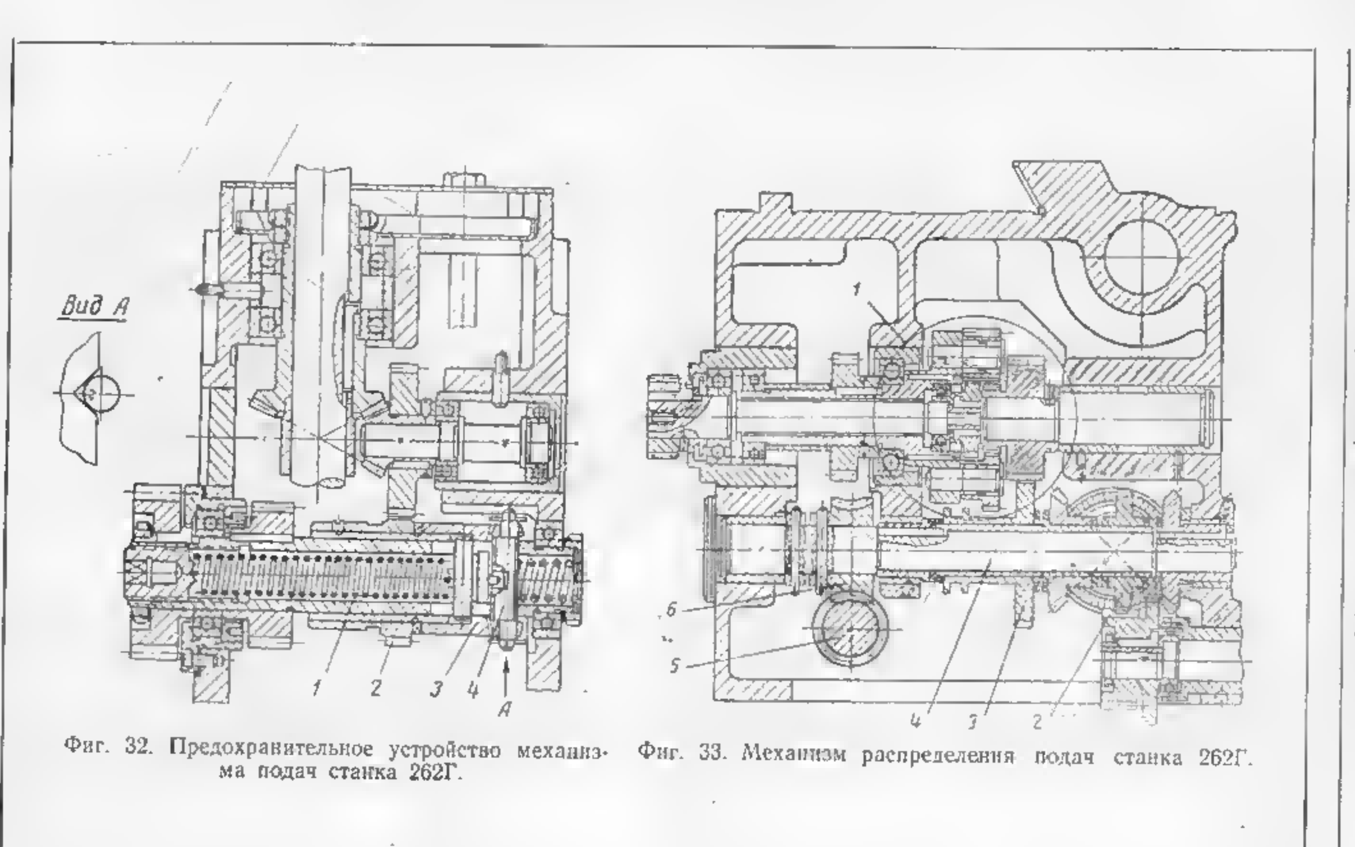
можно нарезать метрические и дюймовые резьбы с различным шагом, так как станок имеет специальный механизм — гитару сменных шестерен. При применении гитары шестерня, передающая движение на ходовой винт при обычных подачах, отключается. Тогда движение к ходовому винту *4* направляется через сменные шестерни, установленные на валу (на фиг. 29 вал обозначен цифрой *XVIII*), пальцах гитары и винте *4*. На откидной крышке кожуха гитары (правый конец хвостовой части) имеется таблица подбора сменных шестерен для различных случаев нарезания резьбы.

Конструкция расточных станков такова, что движения подачи могут иметь взаимно противоположные направления. Так, движения подачи сообщаются шпинделю влево и вправо, шпиндельной бабке вверх и вниз, радиальному суппорту от центра и к центру, столу в продольном и поперечном направлениях. Величина подачи всех органов станка вычисляется в миллиметрах на один оборот шпинделя или планшайбы. Если рукоятки подач шпинделя установлены, например, на цифре 0,05 *мм* на один оборот шпинделя, то это значит, что за каждый оборот шпинделя он переместится в осевом направлении на величину 0,05 *мм*.

Движение подачи осуществляется механизмом, который называется коробкой подач. Устройство коробки подач подобно устройству коробки скоростей. Вращение валов заимствуется от вала *16* (*V* на фиг. 29), а изменение величины подачи зависит от комбинации зацеплений, неподвижно закрепленных на валах шестерен с подвижными блоками шестерен. Таким образом достигается 18 различных ступеней подач всех подвижных органов станка.

На последнем валу коробки подач (вал *XIII* на фиг. 29) смонтировано предохранительное устройство (фиг. 32), состоящее из шестерни *2* с торцовыми зубьями, муфты *3* с торцовыми зубьями с левой стороны и двумя пазами с правого торца, пружины *1* и перекладины *4* с роликами. Давление пружины рассчитано на наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач. Если усилие резания или давление подвижного органа на упор или деталь окажется больше допускаемого, то подача автоматически выключается. Под действием силы ролики перекладины *4* выходят из пазов муфты на ее гладкую торцовую поверхность и отодвигают муфту влево, одновременно сжимая пружину *1*. Вместе с муфтой переместится и шестерня *2*.

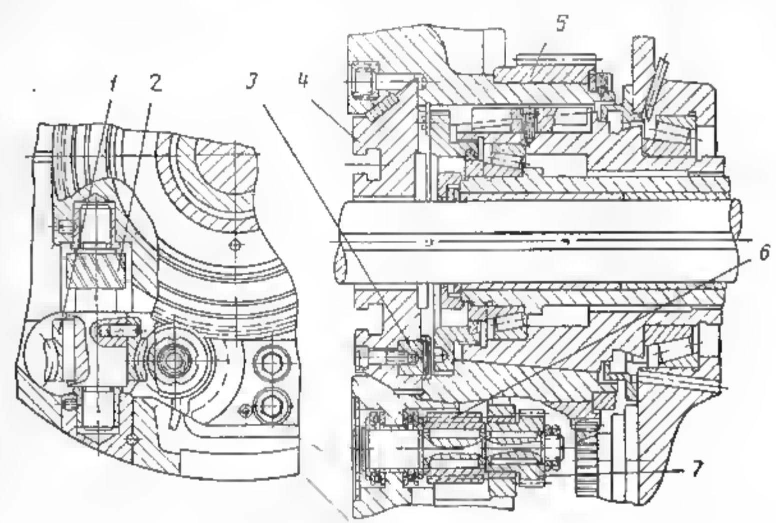
После того как вал сделает пол-оборота, ролики опять окажутся против пазов муфты, и пружина, передвинув муфту вправо (первоначальное положение), введет пазы муфты в ролики. При обратном движении муфта выйдет из зацепления с шестерней *2* и подача прекратится. Выяснив причину отключения подачи и устранив возможные неполадки, рукояткой сдвигают шестерню вправо и вновь вводят ее в зацепление с муфтой.



Фиг. 32. Предохранительное устройство механизма подач станка 262Г.

Фиг. 33. Механизм распределения подач станка 262Г.

Коробка подач передает движение вертикальному распределительному валу (вал XIV на фиг. 29), от которого получают движение подачи различные механизмы станка. Механизм распределения подач изображен на фиг. 33. От вертикального вала червяком *5* движение передается червячной шестерне *6*, неподвижно соединенной с валом *4* (вал XV на фиг. 29). На этом же валу подвижно сидят шестерни *3* и *2*, имеющие с обоих торцов кулачки. Подача выдвижного шпинделя вперед или назад будет включена, если рычагами управления ввести в зацепление кулачки шестерни *2* с торцовыми кулачками правой или левой конической шестерни.



Фиг. 34. Устройство планшайбы и радиального суппорта станка 262Г.

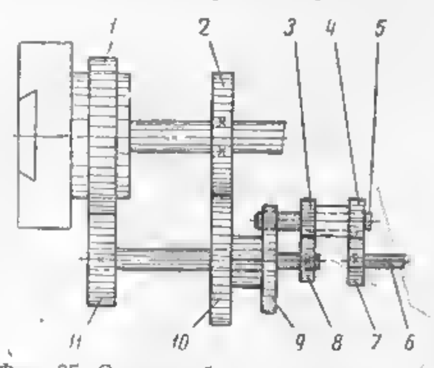
Механизм, состоящий из этих двух конических шестерен и соединенной с ними третьей конической шестерни, называется реверсом и служит для изменения направления вращения ведомых шестерен. Подача радиального суппорта планшайбы от центра и к центру осуществляется передвижением влево или вправо шестерни *3*.

Включение подач производится рукоятками штурвалов «на себя» или «от себя» в зависимости от нужного направления подачи. Среднее положение штурвалов соответствует ручной подаче выдвижного шпинделя или радиального суппорта и включенной автоматической их подаче. Описанный механизм распределения подач передает движение через систему шестерен к ходовому винту осевого перемещения выдвижного шпинделя. Перемещение же радиального суппорта планшайбы будет происходить при помощи

планетарной передачи. Узел планетарной передачи заключен в круг.

Планшайба (фиг. 34) надета на шпиндель и связана с ним шпонкой. По направляющим планшайбы может передвигаться радиальный суппорт *4*. Подача суппорта осуществляется от свободно сидящего на ступице планшайбы зубчатого венца *5* через шестерню *7*, червячную передачу *6* и *1* и косозубую шестерню *2*, находящуюся в зацеплении с рейкой суппорта *3*.

Чтобы сообщать подачи радиальному суппорту, в конструкцию введена планетарная передача. Сущность работы этой передачи (фиг. 35) состоит в том, что при отсутствии подачи суппорта вращение от сидящей на шпинделе шестерни *2* передается шестерне *10*, связанной с поводком *9* планетарной передачи. На пальце *5* поводка свободно сидит блок шестерен *3*, *4*. Если шестерня *7* неподвижна, то вращающаяся шестерня *10* передает движение через шестерню *3* шестерне *8*, а последняя заставляет вращаться шестерни *11* и *1*. Числа зубьев системы подобраны так, что число оборотов планшайбы в минуту равно числу оборотов в минуту шестерни *1*, т. е. последняя будет неподвижной относительно планшайбы, и подача радиального суппорта происходить не будет. При включении подачи шестерня *1* получит дополнительное движение от механизма коробки подач через шестерню *7*, сидящую на валу *6* (*XVI* на фиг. 29), и радиальный суппорт придет в движение. Следовательно, планетарный механизм в данном случае суммирует движения, полученные от шпинделя планшайбы и от механизма коробки подач.

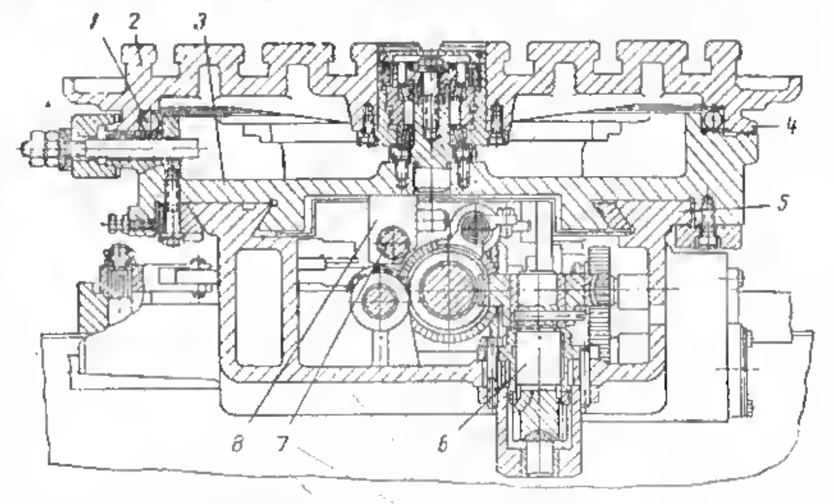


Фиг. 35. Схема работы планетарного механизма станка 262Г.

На лицевой стороне шпиндельной бабки станка расположены рукоятка для изменения чисел оборотов шпинделя и переключения скоростей электродвигателя, рукоятки переключения подач, рукоятки зажима выдвижного шпинделя и шпиндельной бабки и, наконец, кнопочная станция. Однорукояточный механизм изменения чисел оборотов шпинделя и планшайбы предусматривает автоматическое выключение и торможение двигателя в момент переключения шестерен, а по окончании переключения его автоматическое включение. Если в момент включения зубья одной шестерни не попали во впадины другой, то толчком этой рукоятки, сжимающим пружину, можно кратковременно включить дви-

гатель для ввода шестерни в зацепление. Устройство механизма включения подач подобно устройству механизма изменения чисел оборотов.

При растачивании и фрезеровании с большими сечениями снимаемой стружки и при растачивании точных отверстий необходимо жесткое крепление шпиндельной бабки на вертикальных направляющих передней стойки. Для этой цели в шпиндельной бабке имеется валик, поворот которого передается на зажимные винты. Винты в свою очередь действуют через сухари на клин и зажимают шпиндельную бабку. Следует иметь в виду, что по



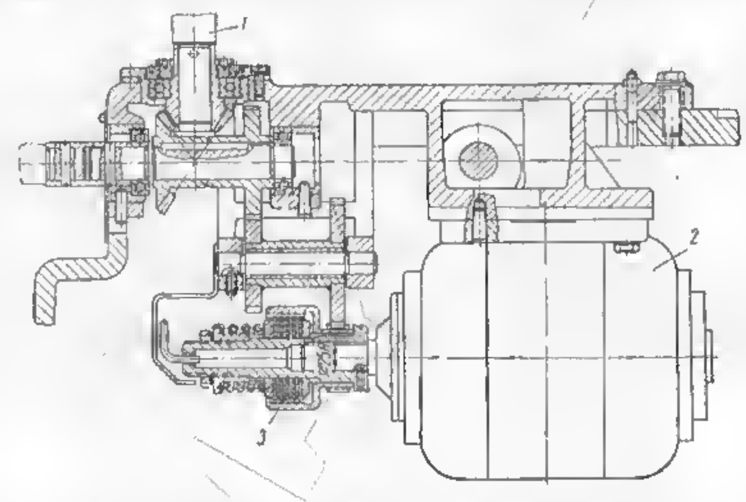
Фиг. 36. Внутреннее устройство рабочего стола станка 262Г.

окончании работы клин нужно отжать, так как иначе может быть поврежден механизм подачи.

Стол расточного станка (фиг. 36) служит для установки, выверки и крепления обрабатываемых деталей. На рабочей поверхности имеются Т-образные пазы, в которые при закреплении обрабатываемой детали входят головки болтов. Центральный паз стола калиброван по ширине и проходит строго через ось поворота стола, что облегчает настройку станка при повороте детали со столом на 180°. Поворотная часть стола *2* установлена на поперечных салазках *3* и благодаря шарикам *1* может быть легко повернута на любой угол. Поворот стола на 90° ограничивается постоянными упорами. Повороты же стола на промежуточные углы производятся по круговой шкале, нанесенной на нижней части стола *4*. Верхние салазки стола перемещаются по направляющим нижних салазок *5* в поперечном направлении с помощью ходового винта *7*. Для передачи этого движения винт *7* закреплен в ниж-

них салазках, а гайка *8* в верхних. Ход нижних салазок вдоль направляющих станины осуществляется с помощью реечной шестерни *6* и рейки, помещенной внутри станины.

Движение рабочих подач стола заимствуется от вертикального вала (*XIV* на фиг. 29), проходящего через коробку подач шпиндельной бабки. Механизмы распределения продольного и поперечного перемещений стола, а также вертикальных перемещений шпиндельной бабки и люнета задней стойки смонтированы в нижних салазках стола. Внутри станины расположены два горизонтальных ходовых валика: один из них (*XIX* на фиг. 29) связан



Фиг. 37. Механизм ускоренных перемещений станка 262Г.

с вертикальным валом коробки подач и передает движение к механизму распределения подач стола, а другой (*XXI* на фиг. 29), получая движение от первого вала, передает его на подъем шпиндельной бабки и люнета задней стойки. Для жесткой фиксации стола предусмотрен ручной централизованный зажим. При настройке станка и обработке деталей часто требуется ускоренное перемещение шпиндельной бабки, выдвижного шпинделя и рабочего стола. Для таких ускоренных перемещений современные станки, в том числе и станок 262Г, снабжаются специальным двигателем ускоренных перемещений *2* (фиг. 37), расположенным в правой части станины. Этот двигатель постоянно связан с вертикальным валом *1* (*XIV* на фиг. 29), проходящим через коробку подач. Если включена какая-либо рабочая подача, то двигатель ускоренных перемещений в сеть не включен, однако его вал вращается. При включении двигателя коробка подач отключается, но движение для ускоренного

перемещения передается через механизмы распределения подач механизму горизонтального перемещения выдвижного шпинделя и суппорта планшайбы, а также механизму перемещения стола, шпиндельной бабки и люнета. Во избежание возможных аварий и поломок при наездах подвижных органов станка на упоры или на деталь двигатель ускоренных перемещений снабжается предохранительной фрикционной муфтой 3. При чрезмерно больших усилиях диски этой муфты проскальзывают и подача останавливается. Конструкция станка рассчитана на взаимную блокировку рабочих и ускоренных перемещений, т. е. на то, что их нельзя включать одновременно. Такая конструкция совершенно исключает возможность аварий по причине одновременного включения этих двух движений.

Задняя стойка станка состоит из салазок, собственно стойки и люнета. Эта стойка необходима для поддерживания длинных оправок и борштанг при расточке длинных сквозных отверстий или при одновременной расточке нескольких коротких отверстий, находящихся на значительном расстоянии друг от друга. Салазки перемещаются вместе со стойкой по направляющим станины вручную и могут быть закреплены на станке в любом месте. Люнет может автоматически перемещаться вверх и вниз по плоским направляющим стойки одновременно и синхронно с движением шпиндельной бабки. Если оси люнета и выдвижного шпинделя не совпадают, то поворотом маховичка на люнете можно последний поднять или опустить, сохраняя ходовой винт неподвижным.

Отсчет перемещений шпиндельной бабки и люнета с точностью до 1 *мм* производится по масштабным линейкам, имеющимся у станка. Для точных перемещений стола станок имеет нониусный барабан, т. е. точно градуированный диск с делениями. Поворот диска на одно деление соответствует перемещению, равному 0,05 *мм*.

Станок снабжен двумя электродвигателями переменного тока. Электродвигатель главного движения двухскоростной с числом оборотов 1500/3000 об/мин. имеет мощность 6,5 *квт*. Двигатель ускоренных перемещений имеет мощность 2,2 *квт* и развивает 1500 оборотов в минуту. Пуск и остановка двигателей производится от пульта управления, смонтированного на лицевой стороне шпиндельной бабки.

24. МОДЕЛИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

Знакомство с основными узлами и деталями расточного станка и принципиальной кинематической схемой позволяет перейти к разбору конструктивных особенностей наиболее распространенных станков данного вида.

На базе станка 262Г выпускается станок 262Д. Станок имеет выдвижной шпиндель диаметром 110 *мм* с конусом Морзе 6 и планшайбу для закрепления фрезерных головок. Радиального суппорта на планшайбе станка нет, поэтому облегченная конструкция планшайб монтируется не на специальном шпинделе, как у станка 262Г, а на пустотелом шпинделе. Диаметр этого шпинделя значительно больше диаметра соответствующего шпинделя станка 262Г. Остальные узлы и кинематика станков одинаковы.

Горизонтально-расточный станок 2630 с диаметром выдвижного шпинделя 125 *мм* также выпускается заводом им. Свердлова. Его конструкция сходна с конструкцией станка 262Г. Основное отличие между ними состоит в том, что станок 2630 имеет односкоростной двигатель переменного тока и 23 ступени чисел оборотов шпинделя в пределах от 1,5 до 1200 об/мин.

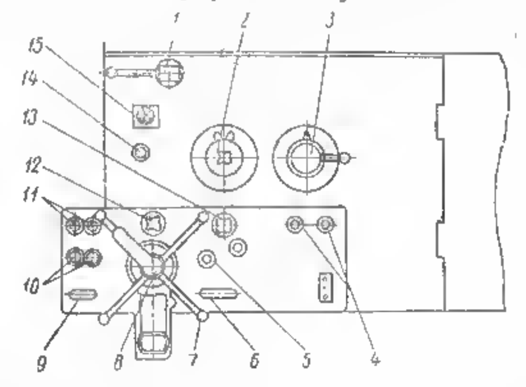
Для снижения шума шестерни коробки скоростей, работающие на повышенных скоростях, изготовлены с косым зубом. Подачи у станка включаются при помощи фрикционной муфты, диски которой сжимаются посредством спаренных электромагнитов. Управление электромагнитами производится с кнопочной станции. Поворот рабочего стола механизирован и осуществляется специальным электродвигателем. Механизировано также передвижение задней стойки станка. Все основные подвижные узлы закрепляются однорукояточными эксцентриковыми зажимами. Станки предназначены для обработки деталей среднего веса (4—6 *т*).

Примером горизонтально-расточного станка с подвижной передней и задней стойкой и встроенным поворотным столом может служить станок модели 2654, изготовляемый Ленинградским заводом им. Свердлова (см. фиг. 18). Главное движение (вращение шпинделя и планшайбы) у станка этой модели осуществляется от двигателя через двухступенчатый редуктор и коробку скоростей. Конструкция шпиндельного устройства подобна конструкции станка 262Г с той лишь разницей, что движение на пустотелый шпиндель, а следовательно и на выдвижной, при передаче больших усилий осуществляется через шестерни, а при передаче малых усилий, но больших оборотов через клиноременную передачу. Такая конструкция оправдывается тем, что большие усилия требуются только для черновой обработки. При окончательной же расточке, когда особенно необходимы плавность вращения шпинделя и отсутствие вибраций, может быть использована клиноременная передача.

Изменение скоростей производится переключением зубчатых блоков коробки скоростей и редуктора посредством однорукояточного механизма, конструкция которого уже известна нам по модели 262Г. Станок допускает переключение скоростей на ходу, с автоматическим отключением и торможением двигателя. Кон-

струкцией предусмотрено кратковременное включение двигателя толчком. На шпиндельной бабке также смонтированы редуктор и двигатель подачи радиального суппорта, хвостовая часть с приводом и механизмом осевого перемещения выдвижного шпинделя.

На лицевой крышке (фиг. 38) расположен пульт управления станком, а именно: электромеханическое устройство для переключения чисел оборотов шпинделя и планшайбы; кнопочное устройство для пуска и останова главного двигателя; электрическое устройство для изменения величины подач; устройство для распределения пуска и останова подач и управление установочными перемещениями. Для пуска станка следует нажать кнопку *11*, для его остановки — клавишу *9*. Установочное движение (проворачивание) шпинделя и планшайбы в прямом или обратном направлении производится кнопками *10*. Планшайба включается рукояткой *1*. Число оборотов переключается с помощью специального двигателя рукояткой *3*, указатель которой устанавливается на нужное число оборотов шпинделя или планшайбы.



Фиг. 38. Пульт управления станком 2654.

Вариатор *2* изменяет число оборотов двигателей постоянного тока, а следовательно, и величину подач подвижных органов станка. Нажимом на кнопки *4* осуществляется включение установки, питающей постоянным током двигатели механизмов подач и установочных перемещений. Управление подачами производится грибком *13*, который устанавливается на включение подачи того или иного подвижного узла (бабки, стойки, шпинделя или стола). Включение подачи в прямом или обратном направлении производится кнопками *5*, а выключение — клавишей *6*. Во время поворота грибка *13* автоматически отжимается подготовляемый к движению узел, причем остальные подвижные узлы, снабженные электромеханическими зажимами, автоматически закрепляются.

Установочные перемещения подвижных узлов осуществляются электрооператором *8*, после того как грибок *12* установлен на перемещение соответствующего передвижного органа станка. Включение производится клавишей, встроенной в оператор, а скорость перемещения регулируется величиной угла отклонения оператора

от вертикальной оси и от 1 *мм/мин* доходит до величин ускоренных перемещений. Поэтому ручные перемещения сохранены только для осевой подачи выдвижного шпинделя и осуществляются штурвалом. Поворот оператора сблокирован с зажимными устройствами. Нагрузка привода станка контролируется амперметром *15*, включаемым кнопкой *14*. Ручное перемещение шпинделя производится рукояткой *7*.

Станок снабжен устройствами для точной автоматической остановки шпиндельной бабки при координатной расточке с точностью остановки — 0,03—0,04 *мм*. Все перемещения производятся по лимбам (диски с делениями), а в случае расточки по точным координатам отсчет движения стола и шпиндельной бабки ведется с помощью измерительных линеек с нониусами, снабженными увеличительными линзами.

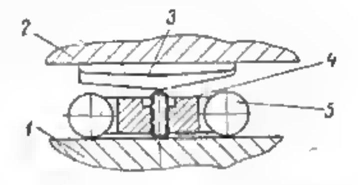
Радиальное перемещение суппорта планшайбы осуществляется от отдельного двигателя, смонтированного на корпусе шпиндельной бабки. Движение от двигателя передается на редуктор и через планетарную передачу на шестерню, свободно сидящую на ступице планшайбы. Эта шестерня связана системой шестерен с рейкой радиального суппорта.

Передняя стойка станка монтируется на салазках, имеющих специальное разгрузочное устройство для уменьшения силы трения о направляющие. Это повышает плавность хода и точность перемещения до 0,01 *мм*. В салазках расположен электродвигатель с редуктором, передающим движение шестерне, связанной с рейкой, и привод вертикального перемещения шпиндельной бабки. Все подвижные органы станка (кроме стола) имеют отдельные электродвигатели постоянного тока. С помощью особого устройства электрического привода различная величина подач шпинделя за 1 оборот достигается бесступенчатым регулированием скоростей соответствующего двигателя в пределах от 2 до 1500 *мм/мин*. Рабочие движения и ускоренные перемещения осуществляются одним и тем же двигателем. Рабочие подачи стола, стойки и шпиндельной бабки за 1 оборот шпинделя или планшайбы производятся со скоростью от 1 до 750 *мм/мин*, а ускоренные со скоростью 1800 *мм/мин*. Подача радиального суппорта за 1 оборот планшайбы осуществляется в пределах 0,5—375 *мм/мин*. Стол станка движется на нижних салазках по направляющим средней станины, перпендикулярной к станине передней и задней стоек. Движение столу сообщается от мотора через редуктор и реечное зацепление. Поворот стола осуществляется индивидуальным электродвигателем постоянного тока с помощью червячного редуктора. Зажим салазок на направляющих станины и поворотного стола на салазках производится электромеханическими зажимами с отдельными электродвигателями. Задняя стойка перемещается по направляющим станины от индивидуального привода.

Ее люнет с выдвижной гильзой также имеет вертикальные установочные перемещения.

Нашей промышленностью выпускаются такие станки моделей 2652 и 2655. Они отличаются от станка 2654 только тем, что имеют удлиненный неповоротный стол.

Типичным примером горизонтально-расточных колонковых станков может служить станок модели 2657 (см. фиг. 19). Основой станка является станина, по направляющим которой перемещается передняя стойка, несущая шпиндельную бабку. Станина располагается так, что по отношению к детали, установленной на рабочей плите или на съемном столе станка, передняя стойка может передвигаться в поперечном направлении. Передняя стойка монтируется на салазках. Между станиной *1* и салазками *2* (фиг. 39) помещается разгрузочное устройство, представляющее собой группу тележек *4* с катками *5*. На тележках имеются плоские пружины *3*, сила которых рассчитана так, что их нажим снизу на салазки приблизительно равен половине веса колонны. Таким образом, половина нагрузки оказывается снятой с направляющих и переведенной на катки.



Фиг. 39. Разгрузочное устройство станка 2657.

Шпиндельная бабка станка имеет выдвижной шпиндель диаметром 150 *мм*, на левом конце которого расположено отверстие для закрепления инструмента с метрическим конусом № 80, и планшайбу диаметром 900 *мм* с радиальным суппортом. Привод подач и установочных перемещений принципиально не отличается от привода станка модели 2654. Шпиндель станка получает 18 различных чисел оборотов в пределах от 7,5 до 950 об/мин., а планшайба от 3,75 до 192 об/мин. Наибольшая длина хода колонки по направляющим станины равна 3200 *мм*, а вертикальный подъем шпиндельной бабки 1800 *мм*. Величина наибольшего перемещения радиального суппорта планшайбы составляет 240 *мм*, а осевое перемещение выдвижного шпинделя станка равно 1200 *мм*.

Установка обрабатываемой детали производится на плите, снабженной Т-образными пазами для размещения крепежных болтов. На поверхности плиты нанесены взаимно перпендикулярные риски, значительно облегчающие предварительную выверку положения деталей относительно направления рабочих перемещений шпинделя. В процессе расточки от шпинделя колонка станка зажимается на направляющих станины с помощью специального электродвигателя. Станок укомплектован съемным поворотным столом длиной 2250 *мм* и шириной 1800 *мм*, имеющим продольное

перемещение 1200 *мм*. Поворот стола и его продольное перемещение механизированы.

Задняя стойка станка съемная и при установке крупных деталей может быть удалена. Эта стойка устанавливается на станине и может перемещаться по направляющим в перпендикулярном направлении к оси шпинделя. Нижняя поверхность станины точно обработана и является базой для установки станины на плите. Если расстояние между передней и задней стойками невелико, то соосность установки шпинделя и люнета подшипника задней бабки может быть выверена по контрольному валику. При значительных расстояниях установка ведется с помощью оптического устройства для проверки параллельности и соосности (прибор марки ППС-7).

Управление станком сосредоточено на пульте, установленном на крышке шпиндельной бабки. Так же, как и в станке 2654, здесь смонтированы кнопочная станция пусковых и установочных движений, грибки подач и установочных перемещений, рукоятки включения планшайбы и чисел оборотов. Здесь же имеются кнопочная станция для включения электрического агрегата, кнопки включения подачи, вариатор для изменения величины подач, кнопка включения штурвала, электрооператор, выключатель точных установок, выключатель освещения, а также нониусные шкалы перемещений радиального суппорта и шпинделя. Контроль величины точных перемещений стойки по станине ведется с помощью нониуса, смонтированного на салазках. Подъем шпиндельной бабки отсчитывается по вертикальной масштабной линейке с помощью увеличительной линзы.

Наряду с отечественными расточными станками, на заводах имеются горизонтально-расточные станки старых и новейших конструкций производства различных заграничных фирм.

Станки устаревших конструкций с неподвижной передней стойкой имеют, как правило, привод главного движения, коробку скоростей и коробку подач, смонтированные в станине. Передача от этого привода на шпиндель и планшайбу осуществляется ходовыми валиками. Управление движениями станка сосредоточено внизу, что повышает утомляемость рабочих, так как им приходится маневрировать рукоятками подач, находясь в наклонном положении.

В более современных станках, например станках фирм «Люис» и «Шисс», привод главного движения и механизмы подач перенесены в корпус шпиндельной бабки. Эти же фирмы сейчас выпускают станки с двумя шпинделями: главным расточным или фрезерным шпинделем и вспомогательным быстроходным шпинделем для сверления. Так, например, фирма «Люис» выпускает станок 340Т с диаметром выдвижного шпинделя 101,6 *мм* и вспомогательного — 50,8 *мм*, а также планшайбой диаметром 610 *мм*.

Вспомогательный шпиндель такого станка может вращаться со скоростью 1500 об/мин. Правда, этот станок имеет многорукояточное управление, что затрудняет его обслуживание.

Фирмы «Плауэрт» и «Найльс» изготовляют станки, имеющие шпиндель и планшайбу с радиальным суппортом. Модель станка НВ № 130 этой фирмы имеет выдвижной шпиндель диаметром 130 *мм* с конусом Морзе № 6 и планшайбу диаметром 825 *мм* с радиальным суппортом. Величина радиального перемещения суппорта равна 390 *мм*. Станок модели WBF фирмы «Найльс» выполнен со шпинделем диаметром 110 *мм* и планшайбой диаметром 765 *мм*. Его радиальный суппорт перемещается на длину 375 *мм*.

Недостаток станков этого типа состоит в том, что шпиндели и планшайбы станка тихоходны. Так, например, число оборотов шпинделя станка «Плауэрт» не превышает 475 об/мин., а планшайбы — 92 об/мин. Тихоходен также и станок фирмы «Найльс», имеющий диапазон чисел оборотов шпинделя в пределах от 6,1 до 274 об/мин. и диапазон чисел оборотов планшайбы от 6,1 до 37,5 об/мин.

Некоторые конструкции станков также имеют два шпинделя, но расположенных не соосно (один в другом), а параллельно друг другу. Недостаток станков такой конструкции состоит в том, что если после сверления производится расточка, то необходимо поднять или опустить шпиндельную бабку, на что требуется дополнительное время.

Горизонтально-расточные столиковые станки тяжелого типа выпускаются заводом им. Ленина в Чехословакии. Рассмотрим принципиальное устройство станка этого завода модели HVF 160S. Станок имеет станину с неподвижно закрепленной передней стойкой. По направляющим станины в продольном направлении перемещаются стол и задняя стойка. На передней стойке выполнены вертикальные направляющие, по которым движется шпиндельная бабка. На корпусе бабки размещен электродвигатель привода главного движения. Коробка скоростей, коробка подач с механизмом распределения подач и шпиндельное устройство помещены внутри корпуса шпиндельной бабки. Шпиндель станка, имеющий диаметр 160 *мм*, выполнен с конусом метрическим № 100 и может передвигаться в осевом направлении на длину 1200 *мм*.

Особая конструкция шпинделя позволяет увеличить его вылет дополнительно на 600 *мм*. Перемещая шпиндельную бабку по стойке, можно опустить шпиндель до поверхности стола и поднять его над этой поверхностью на высоту 1900 *мм*. Станок оснащен планшайбой диаметром 810 *мм* и радиальным суппортом. Передача вращения от электродвигателя как к шпинделю, так и планшайбе производится при помощи блоков шестерен, различные комбинации передвижений которых дают 24 ступени чисел

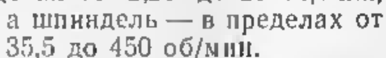
оборотов планшайбы в пределах от 2,25 до 450 об/мин. и 12 ступеней чисел оборотов планшайбы в пределах от 2,25 до 28 об/мин.

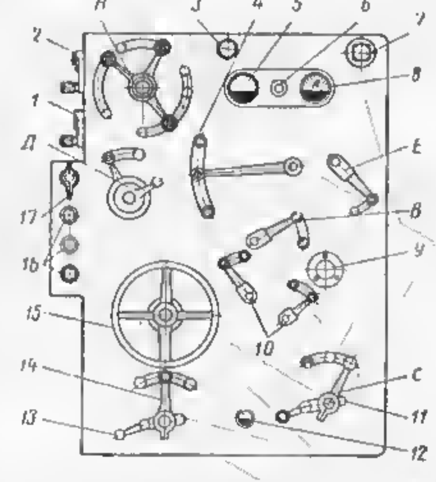
В конструкции станка возможны четыре варианта вращения шпинделя и планшайбы, а именно:

1) вращается только шпиндель с пределом чисел оборотов от 35,5 до 450 об/мин.;

2) вращается только планшайба с пределом чисел оборотов от 2,25 до 28 об/мин.;

3) вращаются шпиндель и планшайба с одинаковыми числами оборотов в пределах от 2,25 до 28 об/мин.;

4) вращаются шпиндель и планшайба с разными числами оборотов, причем планшайба — в пределах от 2,25 до 28 об/мин.,  а шпиндель — в пределах от 35,5 до 450 об/мин.



Фиг. 40. Пульт управления станком модели HVF160S.

Если шпиндель включен на малые числа оборотов (до 28 об/мин.), то планшайба вращается вместе с ним и включить отдельно шпиндель нельзя.

Органы управления этой моделью станка сосредоточены на крышке шпиндельной бабки (фиг. 40). Изменение чисел оборотов шпинделя производится рукоятками *А*, а включение совместного или раздельного вращения шпинделя и планшайбы дополнительно рычагами *В* и *С*. Переключение рукояток возможно только при неработающем станке. Если в момент переключения зубья одного блока не вошли во впадины другого, т. е. если зацепления не произошло, то после установки переключателя *17* в положение «кратковременный пуск» можно дать толчок двигателю, нажимая кнопки *16*. Число оборотов шпинделя контролируется тахометром *5*, а нагрузка — амперметром *8*. Подача напряжения контролируется световой сигнализацией *6*. Изменение величины расточных и фрезерных подач, а также подачи радиального суппорта производится рукоятками *Д* и *14*, а включение — рукояткой *Е*. Подачи радиального суппорта включаются дополнительно рычагами *В* и *С*. Рукояткой *2*, расположенной на левой стороне корпуса шпиндельной бабки, приводится в движение стол, шпиндель или шпиндельная бабка, а рукоятка *1* служит для реверсирования подач.

Общее включение подач и ускоренных перемещений осуществляется рычагом *4*, приводящим в действие фрикционную муфту. Ручное перемещение шпиндельной бабки можно осуществить съемной рукояткой, надеваемой на квадрат *7*, а ручное перемещение шпинделя и радиального суппорта — путем вращения штурвала *15*. Рукоятками *10* пользуются для включения подачи радиального суппорта, рукояткой *13* включают подачу шпинделя, а рукояткой *11* ее выключают. Зажим шпиндельной бабки производится съемной рукояткой при помощи вала *3*. Коробка скоростей станка снабжена автовыключателем *9* и указателем уровня масла *12*.

Путем комбинации рукояток изменения подач и рукояток включения перемещений подвижных органов станка можно получить: продольную подачу выдвижного шпинделя и стола, вертикальную подачу шпиндельной бабки или поперечную стола, подачу радиального суппорта и, наконец, подачу шпинделя и суппорта планшайбы одновременно.

Станок имеет пределы продольных подач шпинделя от 0,04 до 8,00 *мм/об* и стола от 0,1 до 2,5 *мм/об*. Пределы вертикальных подач шпиндельной бабки и поперечных подач стола составляют от 18 до 450 *мм/мин*. Радиальный суппорт имеет подачу от 0,07 до 18 *мм* на один оборот планшайбы. Ускоренный ход выдвижного шпинделя станка равен 500 или 4500 *мм/мин*. Скорость перемещений стола в продольном направлении 1400 *мм/мин*. Ускоренное перемещение стола и вертикальное шпиндельной бабки равно 900 *мм/мин*, а перемещение радиального суппорта 670 *мм/мин*. Станок снабжен поворотным столом с рабочей поверхностью 1600×1800 *мм*. Этот стол может перемещаться по направляющим станины на длину 2500 *мм* и в поперечном направлении по направляющим салазок на длину 2000 *мм*. Перемещение стола производится приводом от коробки подач. Поворот стола механизирован, причем точность его поворота контролируется фиксатором, снабженным индикаторным устройством. Задняя стойка станка перемещается по направляющим станины от индивидуального электродвигателя. Этим же электродвигателем осуществляется и вертикальное перемещение люнета по направляющим задней стойки. Зазоры направляющих стола, шпиндельной бабки и задней стойки регулируются клиньями, а затем эти органы станка зажимаются болтами.

Заслуживает внимания и расточный колонковый станок новой модели WD250, тоже выпускаемый в Чехословацкой Народной Республике.

К основным узлам этого станка относятся: станина, коробка подач для перемещения стойки по станине, передняя стойка (колонна), шпиндельная бабка, салазки шпиндельной бабки, коробка подач для шпинделей и для перемещения шпин-

дельной бабки по салазкам, коробка подач для перемещения шпиндельной бабки по направляющим колонны, задняя стойка и выносная панель управления.

Шпиндельная бабка станка WD250 монтируется на салазках и может передвигаться по ним в горизонтальном направлении на длину до 500 *мм.* Салазки вместе со шпиндельной бабкой передвигаются по направляющим колонны на высоту 4000 *мм*. Внутри шпиндельной бабки смонтировано шпиндельное устройство, состоящее из главного шпинделя и быстроходного вспомогательного шпинделя. Главное движение шпинделям передается от электродвигателя постоянного тока, обеспечивающего при помощи трех ступеней редуктора бесступенчатое регулирование чисел оборотов главного шпинделя в пределах от 2 до 400 об/мин. и чисел оборотов быстроходного шпинделя в пределах от 6,25 до 1250 об/мин.

Главный шпиндель имеет диаметр, равный 250 *мм*, и отверстие с метрическим конусом № 140 для крепления инструмента. Диаметр быстроходного шпинделя равен 125 *мм*, а отверстие в нем выполнено с конусом метрическим № 80.

Перемещения шпинделей, шпиндельной бабки по салазкам, салазок по колонне, колонны по станине и остальные передвижения узлов станка осуществляются электродвигателями постоянного тока. Эти перемещения могут выполняться в следующих пределах:

1) подачи главного и быстроходного шпинделя, а также шпиндельной бабки по салазкам от 0,8 до 780 *мм/мин.*

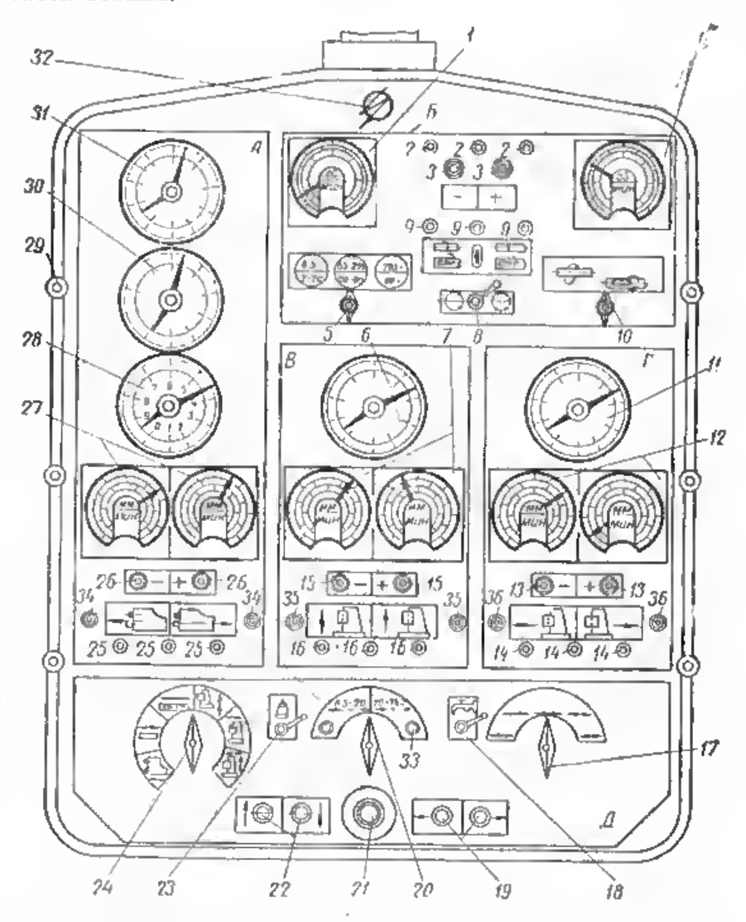
2) подачи вертикального перемещения шпиндельной бабки и колонны по станине от 0,8 до 720 *мм/мин.*

Возможность регулировки двигателей постоянного тока позволяет осуществить любую необходимую подачу и любые числа оборотов шпинделей в указанных пределах, что облегчает применение наивыгоднейших режимов резания.

Чтобы обеспечить работу электродвигателей, работающих на постоянном токе, станок имеет свой источник питания постоянным током — двигатель — генератор, преобразующий переменный ток в постоянный.

Управление станком этой модели сконцентрировано на подвижной панели (фиг. 41). Панель может механически перемещаться в вертикальном и горизонтальном направлении и вручную поворачиваться на нужный угол относительно оси ее подъема. У станка совершенно отсутствуют рычаги, рукоятки, штурвалы управления, так как включение и регулировка всех установочных перемещений подвижных органов станка осуществляется кнопками. Перемещение того или иного узла будет происходить до тех пор, пока соответствующая кнопка находится под нажимом. Точность установки при этом составляет ±0,02 *мм.*

Лицевая часть панели разбита на 5 цветных полей, в каждом из которых находятся кнопки, переключатели, контрольная и сигнальная аппаратура для настройки на перемещение той или иной части станка.



Фиг. 41. Выносная панель управления станком модели WD250.

Настройка, например, расточных подач сосредоточена в левом поле *А* оранжевого цвета, а настройка чисел оборотов шпинделей — в правом верхнем поле *Б* красного цвета. Управление вертикальными фрезерными подачами размещено в центральном поле *В* синего цвета, а управление горизонтальными — в правом поле *Г* зеленого цвета. В нижнем поле сине-зеленого цвета *Д* сконцентрирована настройка на предварительный выбор подачи

и управление передвижением панели, охлаждением и, наконец, освещением. Сигнальная лампочка *32* указывает на включение напряжения.

Обороты главного шпинделя этого станка делятся на 3 группы: медленные обороты — от 2 до 20 об/мин., средние — от 20 до 90 об/мин. и быстрые — от 90 до 400 об/мин. Такое же деление существует и для быстроходного шпинделя, причем группа медленных оборотов составляет от 6,5 до 65 об/мин., группа средних оборотов от 65 до 285 об/мин. и группа быстрых оборотов от 285 до 1250 об/мин. Соответствующая группа оборотов включается переключателем *5* (см. фиг. 41), причем его левое включение соответствует группе медленных оборотов, среднее группе средних и правое группе быстрых оборотов шпинделя.

При включении той или иной группы чисел оборотов загорается одна из трех сигнальных лампочек *2*. Синий свет означает, что включены медленные обороты, оранжевый — средние и зеленый — быстрые. Если лампочка не горит, то включения не произошло. В последнем случае следует повторить включение или повернуть шпиндель толчком и включить его еще раз.

Переход от вращения главного шпинделя к вращению быстроходного и наоборот осуществляется переключателем *10*. При левом положении его включается быстроходный шпиндель, а при правом — главный шпиндель. Рычажок *8* служит для того, чтобы настроить шпиндель либо на постоянное вращение (левое положение рычажка), либо на толчок (правое положение).

Включение же постоянного вращения или толчок производится крайними кнопками *9*. После установки всех переключателей на предварительные числа оборотов левой кнопкой *9* включается левое вращение главного шпинделя или правое вращение быстроходного шпинделя, а правой кнопкой *9* — наоборот. Центральной кнопкой *9* вращение шпинделей останавливается.

Бесступенчатое увеличение или уменьшение чисел оборотов шпинделей производится нажимом на кнопки *3*, причем указанный на табличке знак (+) показывает, что эта кнопка служит для увеличения числа оборотов, а знак (—) показывает, что кнопка уменьшает число оборотов. Нажимать на кнопки следует до тех пор, пока на указателе *1* (для главного шпинделя) или на указателе *4* (для быстроходного шпинделя) не зафиксируется нужное число оборотов. Указатели имеют три концентрических цветных пояса, причем их цвета соответствуют цветам ламп *2*, а следовательно, и определенной группе чисел оборотов. Так, если горит зеленая лампочка, то и число оборотов следует определять по поясу указателя, окрашенному в зеленый цвет.

Подобно выбору числа оборотов шпинделя производится и предварительный выбор подач. Переключатели данной настройки расположены в сине-зеленом поле панели *Д*. Настройка станка

на подачу соответствующего подвижного органа станка осуществляется переключателем *24*, причем верхнее левое положение переключателя соответствует подаче главного шпинделя, среднее левое — подаче быстроходного шпинделя, нижнее левое — подаче шпиндельной бабки в салазках, верхнее правое — вертикальной подаче шпиндельной бабки, среднее правое — подаче колонны по станине и, наконец, нижнее правое положение — комбинированной подаче шпиндельной бабки по колонне и подаче колонны по станине.

Пределы подач устанавливаются двумя положениями переключателя *20*. Его поворот влево включает интервал малых подач (подачи от 0,8 до 18 *мм/мин*), а его поворот вправо — интервал больших подач (подачи от 18 до 780 *мм/мин*). При повороте переключателя *20* влево загорается левый свет сигнализации. Это указывает на настройку в интервале малых подач. Правая сигнальная лампа *33* загорается при правом положении переключателя, что соответствует настройке на интервал больших подач.

Вид подачи (рабочая или ускоренная) настраивается переключателем *17*. Правое положение соответствует включению рабочих подач, величина которых отсчитывается по шкале указателей подач *7*, *12*, *27*, левое — ускоренным перемещениям, а среднее — кратковременным включениям (толчкам) при нажиме на кнопки *14*, *16*, *25*.

После предварительной приступают к окончательной настройке подачи. Если производится расточка шпинделями, то все нужные органы управления для окончательной настройки подач сосредоточены в левом оранжевом поле *А* панели. Рабочая подача, ускоренное перемещение или толчок соответствующего органа включаются кнопками *25*. Подача шпинделя или шпиндельной бабки по салазкам влево осуществляется левой кнопкой *25*, а подача вправо — правой кнопкой *25*. Средняя кнопка выключает подачу узла. Включение подачи отличается световым сигналом *34*.

Изменение величины подачи в выбранном интервале подач производится кнопками *26*. Кнопку нажимают до тех пор, пока не обозначится нужная величина подачи на соответствующем концентрическом цветном поясе указателя *27*. В интервале малых подач их величина последовательно отсчитывается по внутреннему оранжевому поясу левого (до 2,7 *мм/мин*), а затем правого указателя. В интервале больших подач отсчет ведется по синему наружному поясу левого указателя (до 117 *мм/мин*), а затем по такому же поясу правого указателя.

Длина перемещений подвижных органов станка отсчитывается по нониусам, причем величина перемещения главного шпинделя находится по нониусу *28*, перемещение быстроходного шпинделя по нониусу *30* и, наконец, перемещение шпиндельной бабки по нониусу *31*.

Органы управления окончательной настройкой горизонтальных фрезерных подач сосредоточены на панели в правом зеленом поле *Г*, а органы управления настройкой вертикальных подач в центральном синем поле *В*. Горизонтальное движение колонны по станине станка в направлении вперед включается левой кнопкой *14*, а то же движение в обратном направлении правой кнопкой *14*. Для подъема шпиндельной бабки вверх нажимается правая кнопка *16*, а для ее движения вниз — левая кнопка *16*. Средние кнопки останавливают движение.

При включении того или иного направления подачи кнопками *14* и *16* загораются соответствующие сигнальные лампочки. При включении движения колонны «вперед» загорается левый красный сигнал *36*, при включении ее движения «назад» — правый красный сигнал *36*. Правый красный сигнал *35* означает, что включено вертикальное движение шпиндельной бабки вверх, а левый красный сигнал *35*, что включено ее движение вниз. Изменение величины горизонтальных подач производится кнопками *13*, а изменение вертикальных подач — кнопками *15*. Увеличение или уменьшение величины подачи происходит только в момент нажима кнопок.

Отсчет установленной величины горизонтальных подач производится по указателям *12* и вертикальных подач — по указателям *7*. Горизонтальные и вертикальные подачи малого интервала сначала отсчитываются по оранжевому поясу левого (до 2,4 *мм/мин*), а затем правого указателя. В интервале больших подач их величина последовательно отсчитывается по синему поясу левого (до 108 *мм/мин*) и дальше по синему поясу правого указателя. Длина горизонтального перемещения узла отсчитывается по нониусу *11*, а вертикального по нониусу *6*.

На сине-зеленом поле *Д* панели дополнительно размещены переключатель вертикального перемещения панели *22*, переключатель ее горизонтального перемещения *19*, переключатель освещения *23* и переключатель охлаждения *18*. Аварийное выключение напряжения производится кнопкой *21*. После того как на основной панели все настройки произведены, управление настроенными движениями органов станка может осуществляться посредством переносной кнопочной станции. Освещение панели производится лампочками *26*.

Все включения предварительной настройки станка этой модели осуществляются сжатым воздухом. При изменении положения панельных переключателей электромагнитные клапаны открывают доступ сжатому воздуху в силовые цилиндры, поршни которых и производят соответствующие переключения. Одновременно с пуском воздуха в цилиндры открывается выход для воздуха из фиксирующих устройств, закрепляющих данный узел, в результате чего узел освобождается для перемещений.

Нарезка резьбы на данном станке может производиться путем подбора сменных зубчатых колес.

Величины перемещения любых подвижных узлов станка могут быть определены нониусами с двойной круговой шкалой. Внешняя часть шкалы разбита по окружности на 200 равных делений, причем каждое двадцатое деление обозначено цифрами от 0 до 9. Цена одного деления равна 0,05 *мм*. В результате полный оборот больших стрелок нониуса показывает, что перемещаемым узлом пройден путь, равный 10 *мм*. Внутренняя часть шкалы имеет 100 равных делений и каждое десятое деление отмечается цифрами 0; 100; 200; 300 и так до 900. Цена одного деления равна 10 *мм*. В результате полный оборот малой стрелки по внутренней шкале показывает, что узлом пройден путь, равный 1000 *мм*. В устройстве нониуса применена сельсинная передача.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Перечислите основные узлы, из которых состоит горизонтально-расточный станок, расскажите о назначении каждого узла.
2. Опишите устройство шпиндельной бабки станка 262Г.
3. Как работает шпиндельное устройство станка 262Г?
4. В чем состоит принцип работы планетарного механизма подачи суппорта планшайбы?
5. Расскажите о назначении и принципах работы предохранительного устройства станка 262Г.
6. В чем состоит особенность передачи вращения шпинделю станка 2654?
7. Как работает механизм распределения подач станка 262Г?
8. Как работает механизм ускоренных перемещений станка 262Г?
9. Опишите схему передачи движения от привода к шпинделю и планшайбе станка 262Г.
10. Какова кинематика передачи движения подач от привода к шпинделю и радиальному суппорту расточного станка?

ГЛАВА IV

ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

25. ПАСПОРТ СТАНКА

Чтобы рационально использовать станок, необходимо знать его техническую характеристику и технологические возможности. Эти сведения содержатся в паспорте станка. В паспорте указываются модель станка, год выпуска и завод-изготовитель.

Паспорт включает в себя данные об основных размерах станка, о размерах стола, о диаметрах шпинделей, о диаметре планшайбы и о величинах максимальных и минимальных перемещений всех рабочих органов. Здесь же перечислены имеющиеся при станке принадлежности и приспособления. Все изменения, связанные с переоборудованием и модернизацией станка, также

находят отражение в паспорте. Кроме того, в этом документе дается кинематическая схема станка и приводятся данные об электродвигателях, зубчатых, червячных и винтовых передачах. В паспорте также имеются таблицы чисел оборотов и соответствующие им крутящие моменты и эффективные мощности, таблицы подач и схемы расположения рукояток управления станком, число зубьев сменных шестерен, прилагаемых к станку, и другие необходимые данные.

Знакомство с паспортными данными станка облегчает его освоение и позволяет вести расчет режимов резания при обработке деталей на станке.

26. УХОД ЗА РАСТОЧНЫМ СТАНКОМ

В предыдущей главе, разбирая конструкции расточных станков, мы рассмотрели далеко не все модели станков, имеющихся на наших заводах. В этой главе рассказывалось главным образом об устройстве и координации движений основных узлов станка и об органах управления станком. Однако такое общее знакомство с конструкциями расточных станков позволяет перейти к описанию тех общих требований, без выполнения которых немыслима правильная эксплуатация оборудования.

При освоении работы на станке прежде всего необходимо изучить систему смазки станка. От надлежащей смазки трущихся частей зависит их износостойкость и сохранность, высокий коэффициент полезного действия и возможность работы на больших скоростях резания. Смазочные вещества подводятся к соприкасающимся поверхностям и создают между ними жидкостные пленки, которые уменьшают в 10—20 раз силы трения и увеличивают коэффициент полезного действия машины. Для смазки поверхностей при эксплуатации металлорежущего оборудования применяются минеральные масла, являющиеся продуктом перегонки нефти. Пригодность минерального масла в качестве смазывающего вещества характеризуется отсутствием в нем посторонних примесей, определенной вязкостью, температурой застывания, удельным весом и температурой вспышки.

Наиболее пригодно для этих целей веретенное масло марки 2 и 3 и машинное масло марок Л, С и Т. Для смазки коробок скоростей и коробок подач используется чаще всего машинное масло марки Л с вязкостью 4—4,5, удельным весом 0,886—0,916, температурой вспышки 180° и температурой застывания —15°. Помимо этих смазок, в станках находят применение консистентные смазывающие вещества (солидол). Область применения консистентных смазок распространяется на машины и узлы, работающие с большими нагрузками, но малыми окружными скоростями.

По принципу работы смазочные системы станков делятся на

индивидуальные и централизованные. При индивидуальной системе смазка осуществляется из масленок, которые устанавливаются на направляющие станины, стойки столов, ходовые винты и все остальные ответственные части станка. Централизованная смазка предусматривает смазку нескольких точек станка из одного места. Если это смазка самотеком, то поступление масла к трущимся поверхностям осуществляется из резервуаров, расположенных выше смазываемых мест, откуда масло стекает по трубкам в смазываемый узел. Если это циркуляционная смазка, то масло, поданное насосом в распределитель, стекает из него по трубкам к смазываемым местам.

К системе централизованной смазки также относят смазку разбрызгиванием, применяемую во всех коробках скоростей. Уровень масла в коробке должен покрывать нижнюю часть шестерен. Вращаясь, шестерни разбрызгивают масло и, таким образом, смазывают все подшипники и расположенные выше зубчатые колеса коробки. При системе принудительной смазки масло нагнетают насосом в трубки, подведенные к смазываемым местам. Отработанное масло поступает в маслосборник, фильтруется, отстаивается и снова поступает в систему смазки. По принудительной системе смазываются обычно подшипники быстроходных валов, направляющие столов и другие тяжелонагруженные детали.

Каждый расточник обязан знать схему смазки своего станка, т. е. быть хорошо осведомленным, где и какие места должны смазываться, какой уровень масла должен сохраняться в коробках, насколько исправно работает насос и фильтр, через какой промежуток времени следует производить смазку отдельных узлов. Обычно смена масла в шпиндельной бабке производится через 1—1,5 месяца. Планшайба смазывается через имеющееся отверстие. У тяжелых колонковых станков смазка направляющих осуществляется автоматически, причем станки многих моделей даже снабжаются световой сигнализацией, контролирующей работу смазочных механизмов. Смазку следует производить в начале и в конце смены после того, как станок очищен от грязи и стружки.

Еще до пуска станка в ход расточник должен уяснить себе действия подвижных частей станка. При помощи рукояток ручных перемещений и штурвалов следует проверить легкость хода выдвижного шпинделя, стола и других подвижных частей станка. Расточник должен знать величины наибольших и наименьших перемещений подвижных органов станка и не полагаться на конечные выключатели, так как последние могут оказаться разрегулированными.

Расточник должен твердо знать назначение различных рукояток, кнопок и рычагов, должен хорошо усвоить порядок предва-

рительной и окончательной настройки чисел оборотов, подачи ускоренных перемещений путем последовательного включения отдельных рукояток или кнопок.

Следует отметить, что хотя имеющиеся на станках таблицы до некоторой степени облегчают ознакомление со станком, все же нужна длительная тренировка для безошибочного применения этих таблиц. Особенно осторожно следует поступать с ускоренными перемещениями, так как часто быстрое движение вызывает некоторую растерянность, и пользоваться ими следует тогда, когда приобретен уже некоторый опыт в управлении станком.

Наиболее распространенная ошибка молодых расточников состоит в невнимательном отношении к закреплению и раскреплению подвижных узлов станка. Расточники часто, например, забывают освободить перед включением автоматического перемещения этих узлов зажимы выдвижного шпинделя, рабочего стола или шпиндельной бабки.

Регулировка ответственных механизмов станка, как правило, производится ремонтными слесарями и расточниками, не имеющими для этого достаточных навыков. Расточнику запрещается регулировать, например, подшипники шпинделя. Тем не менее часть работ по регулировке должна выполняться самим расточником. Так, перед началом работы следует проверить и отрегулировать затяжку клиньев суппорта, планшайбы, столов и бабки. Нужно проверить надежность крепления деталей, посадка которых должна быть неподвижной. Особое внимание следует обратить на хвостовую часть шпинделя в месте его соединения с ползуном. Все включения рукояток управления должны быть исправными. Они должны точно и надежно фиксировать различные положения переключений и совершенно не допускать самовыключения.

В расточном деле особое значение имеет умелое использование нониусных миллиметровых и градусных шкал станка. Применение этих шкал позволяет обрабатывать детали в размер, не останавливая станка, освободившись от излишних измерений, знать глубину снимаемого станком слоя металла. Деления на нониусных кольцах обычно позволяют установить величину подачи или глубину резания с точностью до сотых долей миллиметра. Цена деления нониуса, как правило, маркируется на кольце нониуса. Если такой маркировки нет, то можно определить цену деления. Для этого нужно шаг ходового винта разделить на число делений нониуса или же, повернув рукоятку на один оборот, измерить величину перемещения узла и разделить ее на число делений нониуса. Так, например, если за один оборот рукоятки шпиндель продвинулся на 5 *мм*, а число делений нониуса 100, тогда одно деление нониуса будет равно $5:100 = 0{,}05$ *мм* или, как говорят, цена деления нониуса составляет 0,05 *мм*.

Помимо указанного, рабочий должен знать назначение и работу всех приспособлений и вспомогательных инструментов, имеющихся у станка. Сюда входят различные расточные головки, расточные штанги и оправки, переходные втулки, державки, угольники, призмы, а также пневматические или гидравлические устройства для закрепления детали.

27. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ СТАНКА К РАБОТЕ

На расточных станках обрабатываются цилиндрические и плоские поверхности.

Плоские поверхности получаются при фрезеровании и проточке торцов, а цилиндрические поверхности при расточке и обточке.

В процессе подготовки детали к обработке необходимо заранее знать, какие отклонения может дать расточный станок и каковы эти отклонения по величине. Влияющие на величину отклонения неисправности станка, которые могут быть устранены силами самого станочника, должны быть устранены немедленно.

Некоторые неисправности, вызывающие отклонения детали от ее размеров и формы, как например, износ направляющих станка, могут быть учтены расточником при обработке детали. Остальные дефекты исправляются во время ремонтов соответствующей службой завода.

Станки, выходящие из капитальных ремонтов, подвергаются обязательной проверке на геометрическую точность, в процессе которой проверяется взаимное расположение отдельных рабочих органов в различных положениях, и полученные величины отклонений сравниваются с отклонениями, допускаемыми Государственными стандартами для данного типа станков. Так, для горизонтально-расточного столикового станка по стандарту должно быть проведено 28 различных проверок на геометрическую точность. Рассмотрим отдельные требования к точности расточных станков.

Направляющие станины расточного станка должны быть прямолинейными в продольном направлении. Отклонение их от прямолинейности можно установить, если на поверхность направляющих поместить поверочную линейку и измерить зазор между линейкой и направляющими с помощью щупа. В данном случае допускается зазор, равный 0,02 *мм* на длине 1000 *мм*.

Ось конического отверстия выдвижного шпинделя должна совпадать с осью вращения шпинделя. Чтобы убедиться в этом, в коническое отверстие шпинделя вставляют шлифованную контрольную оправку длиной 300 *мм*, а на стол станка ставят стойку с индикатором, измерительный стержень которого упирается в поверхность оправки. Затем шпиндель поворачивают вручную и по стрелке индикатора отмечают величину биения. Измерения

производят в двух местах: около торца шпинделя и в конце оправки. Наибольшее отклонение не должно превышать 0,02 *мм*.

Шпиндель также не должен «бить» в радиальном направлении. Для проверки измерительный стержень индикатора упирают в цилиндрическую поверхность шпинделя. Стрелка индикатора не должна выходить за пределы 0,02 *мм* на длине 300 *мм* (диаметр шпинделя до 80 *мм*) и за пределы 0,03 на длине 500 *мм* (диаметр шпинделя свыше 80 *мм*).

Проверка станка при его работе на холостом ходу производится последовательным включением всех его скоростей с целью определения температуры нагрева подшипников. Эта температура не должна превышать 60—70° С. Механизм подач также должен быть испытан на холостом ходу при низких, средних и наибольших величинах рабочих подач и на ускоренных ходах всех органов станка. Во время испытаний станка на холостом ходу также производится проверка всех включений и переключений для определения правильности их взаимодействия, взаимной блокировки, надежности фиксации, плавности хода, а также работы смазывающей и охлаждающей систем. Кроме того, проверке подлежат точность и безотказность действия автоматических переключающих устройств и электрооборудования.

Выходящие из ремонта станки подвергаются испытанию под нагрузкой с целью проверки качества работы станка в условиях его нормальной эксплуатации. Во время таких испытаний как при нормальной нагрузке, так и при перегрузке на 25%, фрикционные муфты не должны буксовать или самовыключаться; регулируемые защитные устройства (например, пружинная муфта механизма распределения подач) должны работать надежно.

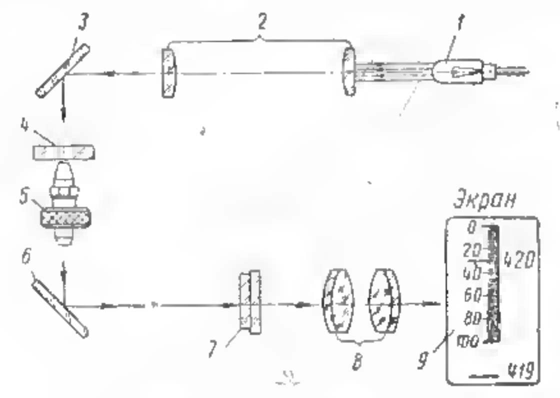
Испытание станков на чистоту обработки производится обработкой образца на режимах, соответствующих режимам обработки чистовых поверхностей. Обработанные поверхности должны быть чистыми и не иметь следов дробления.

28. МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКОВ

Заводы нашей промышленности постоянно пополняются новыми более совершенными конструкциями станков. Однако предприятия имеют еще значительное количество станков устаревших конструкций, которые не соответствуют современному уровню производительности труда и ограничивают выпуск продукции. Поэтому часто бывает выгодным (даже при значительных затратах) идти на серьезные усовершенствования привода и шпиндельного устройства этих станков. Так, например, на одном из заводов за счет модернизации станка «Кернс» удалось путем замены шестерен коробки скоростей повысить число оборотов шпинделя с 200 до 600 об/мин., а установка новой коробки подач позволила

изменить число подач с 2 до 12. Кроме того, станок был оборудован приводом ускоренных перемещений. На станке «Унион Гера», имеющем диаметр шпинделя 160 *мм*, замена шестерен и валов коробки скоростей позволила увеличить число оборотов шпинделя в 1,6 раза. Мощность двигателя была увеличена с 11 до 14 *квт*.

По проекту модернизации станка Р80, разработанному на заводе им. Свердлова, серьезные изменения вносятся в коробку скоростей, промежуточные передачи к шпинделю и в шпиндельное устройство. Предусмотренные изменения позволяют установить двухскоростной двигатель, полностью изменить коробку скоростей и получить 18 различных чисел оборотов шпинделя. В мо-



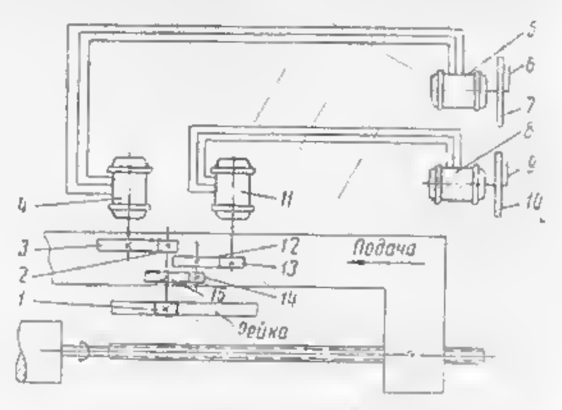
Фиг. 42. Схема счетного оптического устройства.

дернизированном станке валы монтируются в шариковых и роликовых подшипниках. Полый шпиндель станка устанавливается в прецизионных роликовых подшипниках, а расточный шпиндель в закаленных стальных втулках. В результате модернизации повышается мощность двигателя с 5,2 до 7 *квт*, а числа оборотов шпинделя с 300 до 630 об/мин. В целях повышения жесткости станков рекомендуется усовершенствовать крепления подвижных органов станка. У станков старой конструкции зажим шпиндельной бабки и стола осуществляется в одной точке. Более надежно крепление в нескольких точках. Для сокращения затрат вспомогательного времени модернизируются механизмы ускоренных перемещений путем установки для них отдельного двигателя, тогда как в станках устаревших конструкций приводом для ускоренных перемещений является главный двигатель.

Значительно сокращается вспомогательное время с применением лимбов продольного перемещения шпинделя и проекционных оптических отсчетных устройств, а также устройств с синхронной связью (сельсинов). Поэтому такие устройства широко

применяются в проектах модернизации расточных станков. При введении в конструкцию станка лимбов продольного перемещения шпинделя винт продольной подачи связывается с лимбом червячной передачей, причем в качестве червяка используется сам винт.

Установка проекционно-оптических отсчетных устройств на станок трудности не представляет, поскольку это устройство является самостоятельным прибором и может быть присоединено к любой подвижной части станка. Конструкция прибора, разработанная на заводе им. Свердлова, дает возможность легко производить отсчеты перемещений от 0,005 до 0,02 *мм*. В этом устрой-



Фиг. 43. Схема сельсинной передачи.

стве шкала линейки и нониуса проектируется на экран размером 100×150 *мм* с увеличением в 100 раз. В результате перемещение передвижного органа станка, равное 0,02 *мм*, изобразится на экране отрезком 2 *мм*.

Схема оптического отсчетного устройства изображена на фиг. 42. В этом устройстве пучок света от лампочки *1* проходит через конденсатор из двух линз *2* и отражается зеркалом *3* на неподвижную стеклянную линейку *4* с миллиметровыми делениями. Пройдя через шкалу линейки, пучок света попадает в объектив *5* и, отраженный зеркалом *6*, проходит через линзу *7* нониуса, на которой нанесено 50 делений ценой 0,02 *мм*. Дальше окуляр *8* проектирует увеличенные изображения делений на экран *9*.

На тяжелых станках последних конструкций для отсчетов перемещений используется система синхронной электрической связи (сельсины). Система (фиг. 43) состоит из двух двигателей, связанных электрической цепью. Двигатель-датчик получает принудительное вращение при перемещении подвижной части станка, а двигатель-приемник, связанный со стрелкой лимба, также начи-

нает вращаться с такими же числами оборотов, как и первый. При перемещении подвижной части станка реечная шестерня *1* покатится по рейке и через шестерни *2* и *3* передаст вращение датчику *4*. Синхронно с датчиком *4* повернется вал приемника *5* со стрелкой *6*, которая покажет угол поворота вала на лимбе *7*. Шестерни *2* и *3* имеют передаточное отношение 1 : 5 и служат для грубого отсчета перемещений. Для точного отсчета перемещений установлен датчик *11*, который также получает вращение от реечной шестерни *1* через шестерни *15*; *14*; *12* и *13* с передаточным отношением *10*. Синхронно с этим датчиком начиет вращаться приемник *8*, указатель *9* которого покажет отсчет по лимбу *10*. Указатель *9* будет вращаться в 50 раз быстрее стрелки *6*. Если цена деления лимба *7* равна 1 *мм*, то соответственно цена деления лимба *10* равна 0,02 *мм*.

Сельсины устанавливаются непосредственно на пульте управления, что значительно упрощает обслуживание станков. При модернизации тяжелых расточных станков для увеличения точности отсчета рейку лучше заменить винтом.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Что представляет собой паспорт станка и какое практическое значение он имеет?
2. Расскажите о правилах ухода за станком.
3. В чем состоит испытание станка на геометрическую точность?
4. Как производится испытание станка на холостом ходу и под нагрузкой?
5. Какой практический смысл имеет модернизация станков и каковы пути модернизации расточных станков?

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ И РЕЗАНИЕ МЕТАЛЛОВ

ГЛАВА V

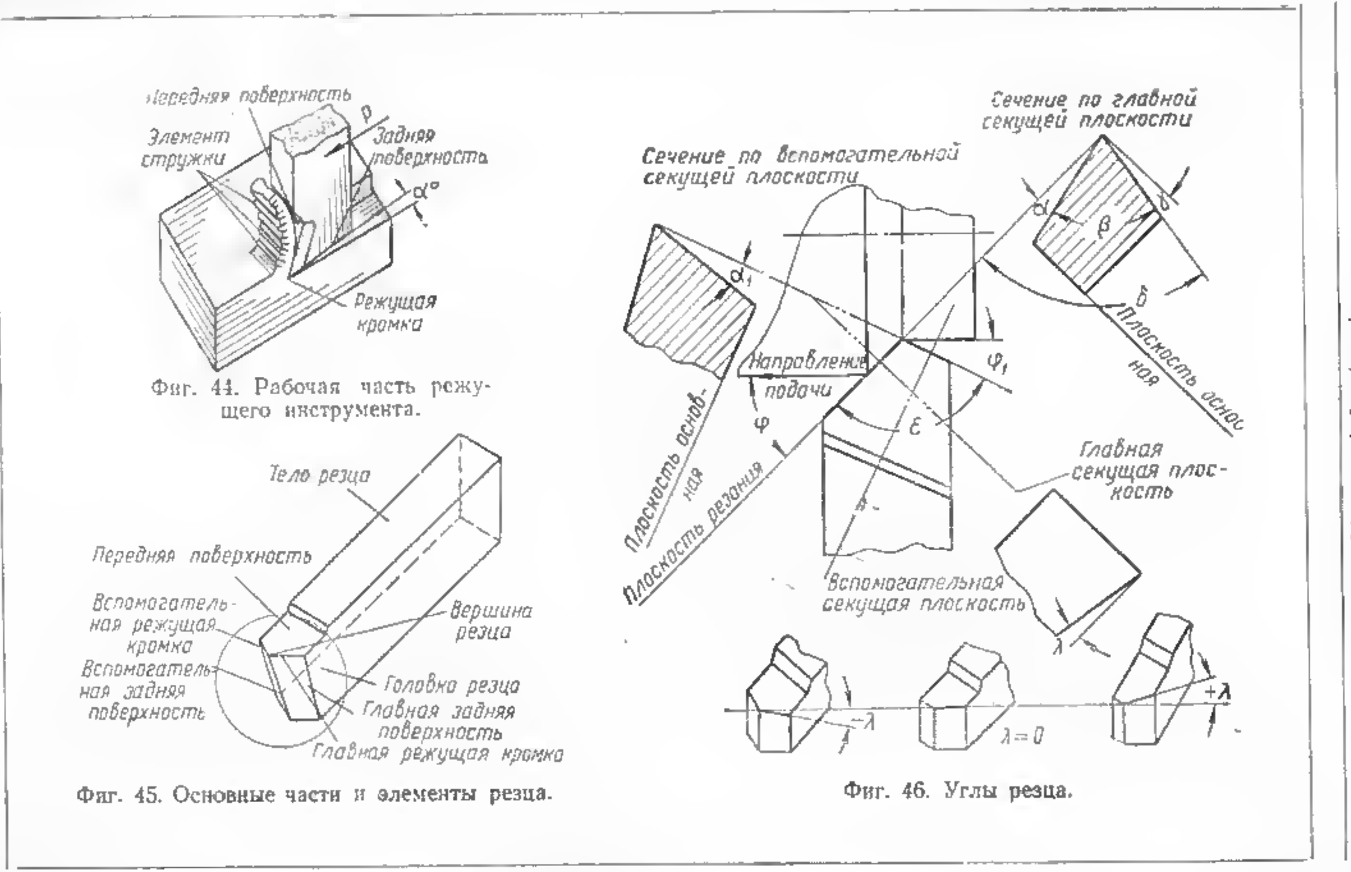
РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ РАСТОЧНИКА

29. ГЕОМЕТРИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Рабочая часть любого режущего инструмента представляет собой клин (фиг. 44). Для осуществления процесса резания металла к этому клину должна быть приложена сила P, под действием которой он врежется в металл. Чем острее клин, тем легче будет происходить процесс снятия стружки режущим инструментом и тем меньшую силу потребуется приложить к клину, чтобы он углубился в металл. Однако слишком острые клинья не выдерживают больших усилий и разрушаются.

Форма и размеры клина, т. е. его геометрия, должны соответствовать тем условиям, в которых приходится работать режущему инструменту. Поэтому расточники подбирают режущий инструмент с геометрией, обеспечивающей высокую стойкость режущего инструмента, высокую производительность труда и качество продукции. Различная геометрия режущего инструмента получается путем заточки под разными углами отдельных поверхностей его режущей части. Рассмотрим геометрию режущих инструментов на примере наиболее распространенного инструмента — резца. Расточный резец (фиг. 45) состоит из двух основных частей: головки, т. е. рабочей части, представляющей собою клин, и стержня, предназначенного для закрепления инструмента в резцедержателе. Головка резца образуется несколькими поверхностями.

Основными являются передняя поверхность, по которой сходит стружка и задние поверхности, обращенные к обрабатываемой поверхности (главная и вспомогательная). Пересечение передней поверхности с главной задней поверхностью образует главную режущую кромку, выполняющую основную работу резания. Пересечение передней поверхности с вспомогательной задней поверхностью образует вспомогательную режущую кромку. Пересечение этих двух режущих кромок называется вершиной резца.



Фиг. 44. Рабочая часть режущего инструмента.

Фиг. 45. Основные части и элементы резца.

Фиг. 46. Углы резца.

Углы резца в неподвижном состоянии всегда рассматриваются (на чертеже) в плоскостях, проведенных перпендикулярно режущим кромкам, причем плоскость, проведенная через главную режущую кромку (фиг. 46), называется главной секущей плоскостью, а плоскость, проведенная через вспомогательную режущую кромку, — вспомогательной секущей плоскостью.

Углы резца в процессе работы могут быть несколько другими. Поэтому их рассматривают по отношению к двум другим плоскостям: к плоскости резания и к основной плоскости.

Плоскостью резания называется плоскость, проходящая через главную режущую кромку касательно к поверхности резания. Поверхность резания образуется главной режущей кромкой в процессе снятия стружки и является по существу переходной от обработанной поверхности детали к ее обрабатываемой поверхности.

Основной плоскостью называется плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам.

Чтобы правильно заточить резец, т. е. придать его головке нужную форму, необходимо твердо знать расположение основных углов резца и примерную их величину.

Главный задний угол α (альфа) находится между главной задней поверхностью и плоскостью резания. Этот угол имеет большое значение: в процессе резания он уменьшает трение инструмента о деталь. Однако увеличение угла α приводит к ослаблению режущей кромки, в результате чего она начинает выкрашиваться. Практически установлено, что для обдирочных резцов с пластинками твердого сплава задний угол α можно выбирать в пределах 6—8°, а для чистовых — в пределах 10—12°.

Передний угол γ (гамма) находится между передней поверхностью и плоскостью, проведенной через главную режущую кромку перпендикулярно к плоскости резания. Любое изменение величины этого угла сильно сказывается на деформации срезаемого слоя, а следовательно, и на силе резания. Чем больше передний угол γ, тем острее клин, врезающийся в материал, значит, и меньшая сила требуется для его проникновения в металл. Однако, как уже известно, чрезмерно большие углы ослабляют головку резца и увеличивают износ режущей кромки. При малых отрицательных передних углах резко увеличивается сила резания и возникают вибрации. Все это ухудшает качество обработанной поверхности. Чистовая расточка резцами с отрицательным углом γ дает высокое качество поверхности только при скоростях 160—180 *м/мин.* При заточке расточных резцов следует иметь в виду, что окна для крепления резцов в штангах и оправках располагаются симметрично относительно оси шпинделя. Поэтому вершина резца оказывается выше центра, что уменьшает передний угол. В связи с этим передний угол следует делать несколько

больше, чем, например, у токарных резцов. Можно рекомендовать угол γ равным 15° для обработки стали и 10° для обработки чугуна при уменьшении угла α до 5—6°.

При скоростном резании металла на режущей кромке часто выполняют фаску с отрицательной величиной угла γ. Ширину такой фаски выбирают равной: $(2\div2{,}5)\ s$, где s — подача в *мм/об.*

Передний угол γ берется в данном случае равным от 0 до —2° с учетом того, что в процессе резания он дойдет до величины $-4\div-5°$.

Угол заострения резца β (бета) расположен между передней и главной задней поверхностью. Его величина зависит от выбранной величины углов γ и α.

Угол резания δ (дельта) находится между передней поверхностью и плоскостью резания. Величина этого угла зависит от выбранной величины переднего угла γ.

Главный угол в плане φ (фи) находится между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. Чем меньше угол φ, тем больше ширина снимаемой стружки, а следовательно, тем больше сила, отталкивающая резец от детали. В связи с этим всегда стремятся увеличить угол φ до 60—90°. Однако такое стремление может привести к уменьшению стойкости режущей кромки. Практикой установлено, что наибольшая производительность при получистовой и черновой обработке проходными резцами достигается при величине угла φ, равном 75°. Производя чистовое точение с малой подачей и малой глубиной резания, но с большой скоростью резания с целью увеличения стойкости инструмента, следует уменьшать угол в плане до 60°.

Вспомогательный угол в плане φ_1 находится между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. При обычных условиях резания этот угол должен быть в пределах от 5 до 25°. С уменьшением его величины растет радиальная сила, отжимающая резец, но зато улучшается качество поверхности. Наоборот, увеличение угла φ_1, уменьшающее угол при вершине резца, ухудшает условия теплоотдачи и качество обработанной поверхности. В практике получистового и чистового растачивания в последние годы применяют резцы с дополнительной режущей кромкой, параллельной оси, тогда $\varphi_1 = 0$. Даже при больших подачах такие резцы могут обеспечить чистоту поверхности в пределах 4—6 классов.

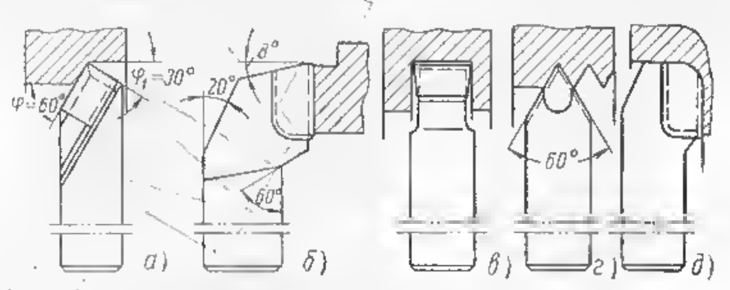
Угол наклона главной режущей кромки λ (ламбда) образуется главной режущей кромкой и плоскостью, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости (см. фиг. 46). Угол λ может быть положительным, отрицательным или равным нулю. Если угол λ равен нулю, то вся режу-

щая кромка вступает в работу одновременно. При отрицательной величине угла λ в работу вступает сначала вершина, а затем остальные точки режущей кромки. Таким образом, в последнем случае вершина резца работает в более тяжелых условиях, но зато стружка сходит на необработанную поверхность. При положительном угле λ, наоборот, условия резания улучшаются, но зато стружка идет на обработанную поверхность. Радиус при вершине резца берется равным 0,5—1,5 *мм*.

Для того чтобы придать резцам нужную геометрию, их затачивают шлифовальными кругами. Заточку ведут в следующем порядке: сначала затачивается главная задняя поверхность, затем задняя вспомогательная и, наконец, передняя поверхность. После заточки режущую кромку, особенно у твердосплавных резцов, доводят, так как доводка способствует повышению стойкости инструмента. Резцы из быстрорежущей стали можно довести абразивным бруском. Твердосплавные резцы обычно доводят на чугунном притире, поверхность которого покрывается пастой из карбида бора, смешанной с керосином.

30. РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

Резцы. Расточные резцы подразделяются по назначению, форме сечения, направлению подачи, форме головки и по способу



Фиг. 47. Виды резцов:
а — проходной правый; *б* — подрезной левый; *в* — канавочный; *г* — резьбовой; *д* — фасонный.

изготовления. По назначению резцы делятся на проходные, подрезные, канавочные, резьбовые и фасонные (фиг. 47, *а, б, в, г, д*).

Проходные резцы обычно имеют угол в плане, равный 45°. Однако такой угол сохранится в процессе резания только в том случае, если ось резца составляет прямой угол с осью расточной оправки. При применении оправок с косым окном, т. е. таких, у которых окно наклонено под некоторым углом к оси оправки, угол φ в процессе резания окажется иным. Если этот угол будет

равен 45°, то режущая кромка резца составит с обрабатываемой поверхностью угол $\varphi = 0$ или 90°.

По форме сечения резцы делятся на круглые и квадратные. Последние шире применяются при расточке отверстий большого диаметра. Расточку отверстий диаметром от 20 до 60 *мм* лучше производить резцами круглого сечения, так как при этом упрощается изготовление оправок. По направлению подачи различают резцы правые и лёвые. Чтобы установить, какой резец перед нами, на его верхнюю плоскость накладывают правую руку так, чтобы пальцы были направлены к вершине резца. Если при этом главная режущая кромка окажется со стороны большого пальца, то резец называется правым. Если же главная режущая кромка окажется с противоположной стороны, то резец будет левым. По форме головки резцы бывают прямыми и отогнутыми. У прямых резцов ось резца в плане прямая, а у отогнутых она у головки резца изгибается влево или вправо. По способу изготовления резцы делятся на цельные и составные. Резцы из быстрорежущей стали и твердых сплавов изготовляются составными. Для заточки резцов рекомендуются геометрические параметры, указанные в табл. 13 и 14.

При резании металлов с различными механическими свойствами расточнику приходится придавать резцам различную геометрию, так как даже незначительное уменьшение или увеличение углов резца может повлиять на эффективность обработки. Поэтому табличные величины углов являются ориентировочными.

Материалы для изготовления резцов. В первом разделе настоящей книги достаточно подробно были описаны свойства и химический состав инструментальных углеродистых сталей и твердых сплавов. Поэтому здесь следует только несколько подробнее осветить вопросы применения твердых сплавов.

Резцы, оснащенные пластинками титано-кобальтовой группы, применяются, главным образом, для обработки стали. Марка твердого сплава Т5К10 наиболее пригодна для черновой обработки с большими подачами и глубинами резания, для точения по корке, для точения при переменном сечении стружки и прерывистого точения (с ударами). Хорошие результаты дает применение этой марки сплава для отрезки, фрезерования и зенкерования. Пластинки марки Т15К6 применяются для получистовой и чистовой обточки и расточки, а также для скоростной расточки и фрезерования. Этой же маркой сплава можно обрабатывать закаленную сталь, нарезать резьбу и развертывать отверстия. Сплав марки Т30К4 служит для тонкого точения и растачивания с малыми подачами и малыми глубинами на высоких скоростях резания.

Инструменты для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов оснащаются пластинками вольфрамо-

Таблица 13

Геометрические параметры резцов из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал			Характер обработки	Допустимый износ по задней поверхности в *мм*	Геометрические параметры резца						
вид материала	твердость по Бринеллю H_B	предел прочности при растяжении в *кг/мм²*			радиус закругления вершины резца в *мм*	задний угол α при $S \geq 0.2$ в *мм/об*	задний угол α при $S < 0.2$ в *мм/об*	передний угол γ в *град*	главный угол в плане φ в *град*	вспомогательный угол в плане φ_1 в *град*	угол наклона режущей кромки λ в *град*
Углеродистые стали	до 150 до 230	до 50 до 80	Черновая	2,0 2,0	2,0 2,0	8 6	— —	25 18	60 60	15—20 15—20	5—10 5—10
	до 150 до 230	до 50 до 80	Чистовая и получистовая	0,5 0,5	1,0 1,0	8 8	12 12	25 20	60 60	15—20 15—20	0 0
Чугун	до 220	—	Получистовая и чистовая	1,0	1,0	6	8	10	60	10—15	3

Таблица 14

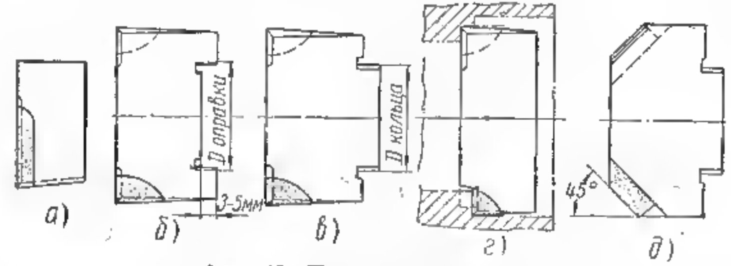
Геометрические параметры резцов с пластинками из твердых сплавов (по материалам Оргтяжмаша)

Обрабатываемый материал			Характер обработки	Допустимый износ по задней поверхности в *мм*	Марка пластинки твердого сплава	Геометрические параметры						Размеры фаски	
Вид материала	твердость по Бринеллю	предел прочности при растяжении в *кг/мм²*				задний угол α при $S > 0.2$ в *мм/об*	задний угол α при $S < 0.2$ в *мм/об*	передний угол γ в *град*	главный угол в плане φ в *град*	вспомогательный угол в плане φ_1 в *град*	угол наклона режущей кромки	ширина в *мм*	угол в градусах
Углеродистые стали	до 230	110	Черновая	0,8÷1	Т15К6	8	12	12	60	15	10	(0,7—1,5) S	—3 ÷ —5
Чугун	до 220	—	Получистовая	2,0	ВК8	6	10	8	60	10—15	3	—	—

кобальтовой группы. Условия применения марки ВК8 те же, что и условия для применения марки Т5К10 при обработке стали. Сплав марки ВК6 применяется для получистового и чистового точения, развертывания и фрезерования. Сплав ВК3 служит для тонкого точения всех материалов за исключением стали.

Пластинчатые резцы. Наряду с обычными резцами, для расточки отверстий под развертывание, для чистовой расточки их с точностью 4—5 класса и для подрезки торцов применяются пластинчатые резцы различных конструкций (фиг. 48). Эти резцы могут быть однолезвийными и двухлезвийными.

Однолезвийные пластинчатые резцы (пластины) служат для подрезки торцов и расточки отверстий различных диаметров, двухлезвийные — для одного определенного диаметра.



Фиг. 48. Пластинчатые резцы:

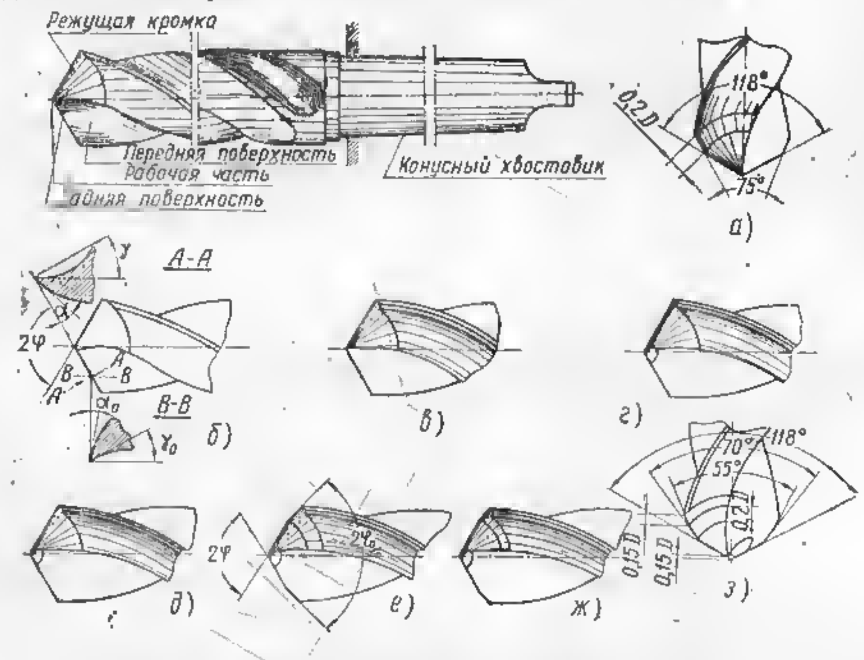
а — однолезвийные; *б* — двухлезвийные с заплечиками; *в* — двухлезвийные с центрирующим пояском; *г* — двухлезвийные со смещенными режущими кромками; *д* — двухлезвийные для снятия фасок.

Двухлезвийные резцы различаются по способу установки в оправке и по конструкции режущей части. В зависимости от установки резцы могут иметь заплечики высотой от 3 до 5 *мм*, выполненные по диаметру оправки, или поясок для центрирования их кольцом (фиг. 48, *б*, *в*, *д*). Резцы, не имеющие буртика и пояска, устанавливаются в пазу и крепятся болтом с торцовой стороны.

Для достижения более высокой производительности применяются специальные пластинчатые резцы с режущими кромками, смещенными по диаметру и по оси. Такие резцы снимают одновременно две стружки разного сечения (фиг. 48, *г*). Подобные резцы также могут применяться для снятия фасок и для расточки фасонных либо конических поверхностей (фиг. 48, *д*).

Материалом режущей части пластинчатых резцов может служить быстрорежущая сталь или твердые сплавы. Углы заточки выполняются такими же, как и у обычных резцов. Заточка пластинчатых резцов ведется, главным образом, по их торцовой поверхности. После заточки торцовая режущая кромка доводится на ширину 1—2 *мм*.

Сверла. На расточных станках применяются спиральные сверла как с цилиндрическим, так и коническим хвостовиком (фиг. 49). Сверло состоит из цилиндрической рабочей части с двумя винтовыми канавками для выхода стружки и хвостовика. Режущая часть сверла заточена по коническим поверхностям. В результате спиральное сверло имеет две передние поверхности, две задние поверхности и две режущих кромки, соединенные пе-



Фиг. 49. Основные части спирального сверла и их заточка:

а — двойная заточка сверла; *б* — углы заточки; *в* — нормальная заточка; *г* — одинарная с подточкой перемычки; *д* — одинарная с подточкой перемычки и ленточки; *е* — двойная заточка с подточкой перемычки; *ж* — двойная с подточкой перемычки и ленточки; *з* — тройная заточка с подточкой перемычки по способу В. И. Жирова.

ремычкой. Две узкие ленточки, идущие вдоль винтовых канавок, обеспечивают правильное направление сверла в обрабатываемом отверстии.

Для стандартных сверл передний угол γ (фиг. 49, *б*) у периферии сверла равен углу наклона винтовой канавки. По мере приближения к поперечной кромке величина угла γ постепенно уменьшается и становится равной 1—4°. Задний угол α у периферии сверла имеет, наоборот, наименьшую величину, равную 8—14°, которая постепенно увеличивается по мере приближения к поперечной кромке, где и достигает 20—26°.

Угол при вершине 2φ (фиг. 49, *б*) для стали берется равным 116—118°, для чугуна 90—100° и для цветных металлов—125—140°.

Повысить стойкость сверла и, следовательно, скорость резания можно применением сверла с двойной заточкой (фиг. 49, *а*) под углами 2φ и $2\varphi_0$. Величина угла $2\varphi_0$ при $2\varphi = 116 \div 118°$ составляет 70—80°, причем длина вторичной кромки для сверл диаметром от 12 до 25 *мм* находится в пределах 2,5—4,5 *мм*, для сверл диаметром от 25 до 50 *мм* — в пределах 5,5—9 *мм* и для сверл от 50 до 80 *мм* — в пределах 11—15 *мм*.

Угол наклона поперечной режущей кромки у сверла получается равным 47—55°. Для уменьшения силы подачи P_x и крутящего момента $M_к$ при работе специальным сверлом производят подточку поперечной кромки, уменьшая ее по ширине примерно на 30—50% (фиг. 49, *г, д, е*).

Подточка сверла в направлении оси выполняется на длину 3—6 *мм* для сверл диаметром от 12 до 30 *мм* и на длину от 7 до 15 *мм* для сверл диаметром свыше 30 *мм*. Для сверл большего диаметра подточка ленточки уменьшает трение сверла о стенки отверстия и, следовательно, способствует увеличению его стойкости.

Подточка выполняется под углом 6—8° на длине от 1,5 до 4 *мм* с сохранением фаски *f* шириной 0,1—0,3 *мм*. Обе подточки повторяются после каждого затупления сверла.

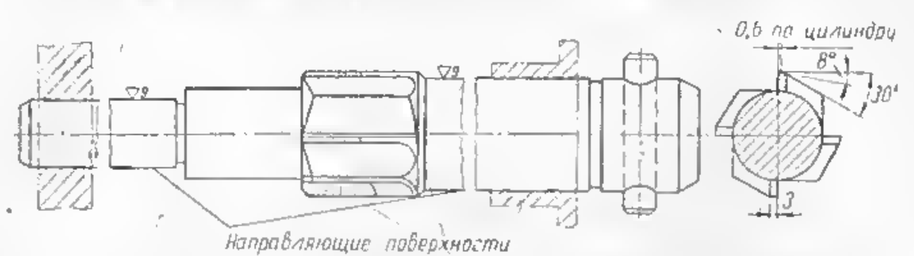
В зависимости от характера работы могут быть рекомендованы соответствующие формы заточки сверл. Так, сверла диаметром до 12 *мм* при обработке всех материалов имеют одинарную заточку (фиг. 49, *в*), при обработке стального литья ($\sigma_в < 50$ *кг/мм²*) с неснятой коркой применяют одинарную заточку с подточкой поперечной кромки (фиг. 49, *г*), а при снятой корке дополнительно подтачивается ленточка (фиг. 49, *д*). При обработке стального литья ($\sigma_в > 50$ *кг/мм²*) и чугуна с неснятой коркой следует применять двойную заточку с подточкой поперечной кромки (фиг. 49, *е*). При снятой же корке дополнительно подтачивается ленточка (фиг. 49, *ж*).

Для повышения производительности труда при сверлении чугуна быстрорежущими сверлами новатор В. И. Жиров предложил делать тройную заточку по режущей кромке с подточенной передней поверхностью и прорезанной перемычкой (фиг. 49, *з*). Такая конструкция резко снижает силу подачи при сверлении и позволяет повысить величину подачи.

Для удлинения нормальных сверл к ним привариваются или припаиваются цилиндрические стержни.

Кроме обычных спиральных сверл, для сверления более глубоких отверстий применяются сверла со специальными каналами для подвода охлаждающей жидкости к режущим кромкам.

Зенкеры и зенковки. Зенкеры применяются для растачивания выполненных в заготовке или предварительно расточенных отверстий. Эти инструменты в отличие от спиральных сверл имеют три или четыре главных режущих кромки. Наличие большего количества режущих кромок обеспечивает хорошее направление зенкера в отверстии, равномерность снятия стружки и лучшую чистоту обработанной поверхности. Материалами для изготовления режущей части зенкеров служат быстрорежущие стали или твердые сплавы. По конструкции зенкеры делятся на цельные (концевые) и насадные. Концевые зенкеры из быстрорежущей стали для небольших номинальных диаметров изготовляются с тремя винтовыми канавками и коническим хвостовиком. Широко при-



Фиг. 50. Специальный зенкер с передней и задней направляющими поверхностями.

меняются концевые зенкеры с пластинками твердого сплава (фиг. 50), причем корпус их изготовляется совместно с оправкой, имеющей одну или две направляющие поверхности.

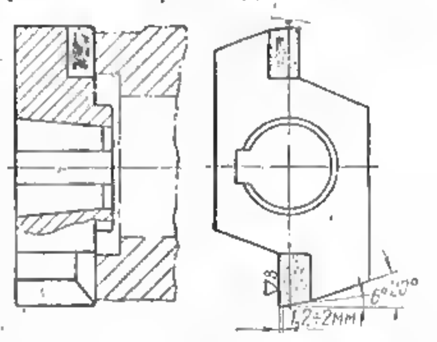
Насадные зенкеры предназначаются для расточки больших диаметров (свыше 50 *мм*). При зенкеровании рассверленных отверстий лучше применять зенкер с передней направляющей частью, диаметр которой выполнен на 0,07—0,1 *мм* меньше диаметра отверстия, подготовленного под зенкерование. Для снятия фасок, подрезания торцов и образования углублений под головки винтов применяются зенковки и облицовочные зенкеры. Конические фаски обычно снимаются зенковками, конус рабочей части которых соответствует конусу снимаемой фаски. Образование углублений под головки винтов производится зенковками с торцовыми зубьями. Такие зенковки имеют направляющую часть, диаметр которой на 0,1—0,15 *мм* меньше диаметра просверленного отверстия. При подрезке торцов с внутренней стороны детали в конструкции зенковки не предусматривается направляющей части, так как направление обеспечивается оправкой, на которой крепится зенковка.

Для подрезки торцов шириной от 30 до 60 *мм* и выше применяют специальные зенкеры более жесткой конструкции (фиг. 51).

Развертки. Окончательную обработку отверстий после свер-

ления, растачивания или зенкерования производят инструментом, называемым разверткой. Развертка представляет собой многолезвийный инструмент, состоящий из рабочей части и хвостовика. Рабочая часть развертки имеет заборный конус и калибрующую часть. Зубья развертки снимают очень тонкий слой металла толщиной от 0,05 до 0,15 *мм*.

Развертки делятся на хвостовые (фиг. 52, *а*) и насадные, причем последние могут быть цельными или регулируемыми. Развертывание отверстий до диаметра 32 *мм* производится хвостовыми развертками с коническим хвостом, выполненными из инструментальной стали или из обычной углеродистой с пластинками твердых сплавов. При обработке на расточных станках нескольких соосных отверстий разных диаметров иногда на одной оправке размещается несколько разверток, причем расстояние между этими развертками рассчитывается так, чтобы в работе всегда находилась только одна развертка. Применяемая для них оправка имеет одну или две промежуточные опоры, предусматриваемые в предварительно расточенных отверстиях детали или же в стойках приспособления.

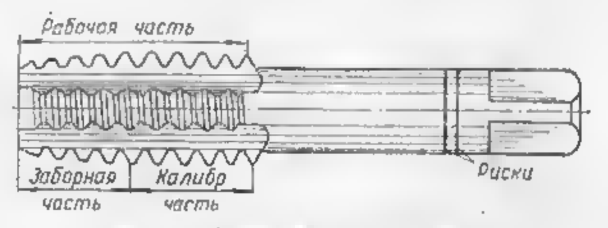


Фиг. 51. Специальный торцовый зенкер.

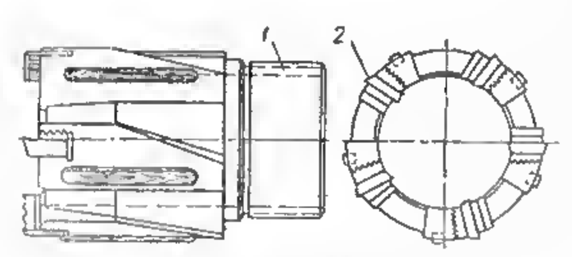
Недостаток развертки цельной конструкции состоит в том, что по мере износа она теряет размер и становится не пригодной для обработки отверстий заданного диаметра. Регулируемые насадные развертки со вставными ножами (фиг. 52, *б*) позволяют по мере износа режущей части изменять рабочий размер путем перестановки ножей в гнездах корпуса развертки. Конические отверстия обрабатываются коническими развертками. Для обработки отверстий 2 класса точности применяются плавающие развертки (фиг. 52, *в*), расстояние между ножами которых регулируется на нужный размер и затем закрепляется. Такие развертки называются плавающими, потому что не имеют жесткого крепления в оправке и могут перемещаться в радиальном направлении. Эта развертка самоустанавливается по оси обрабатываемого отверстия, и поэтому отверстие не разбивается. Подобные развертки нельзя применять для обработки отверстий, имеющих выточки, канавки, шпоночные пазы или представляющих собой соединение неплотно пригнанных разъемных деталей. Перед включением рабочей подачи следует убедиться в том, что плавающая развертка сцентрировалась правильно.

Фиг. 52. Основные элементы и геометрия развертки:

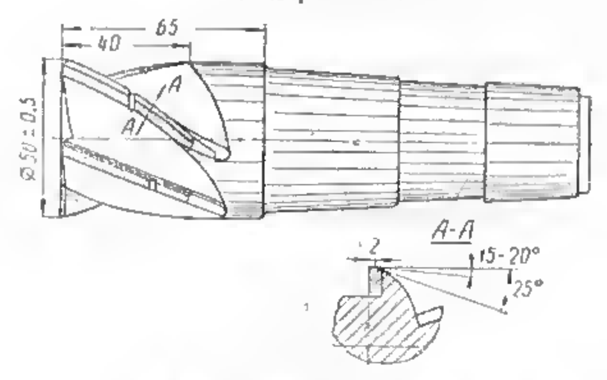
а — цельная развертка; *б* — регулируемая развертка со вставными ножами; *в* — плавающая развертка.



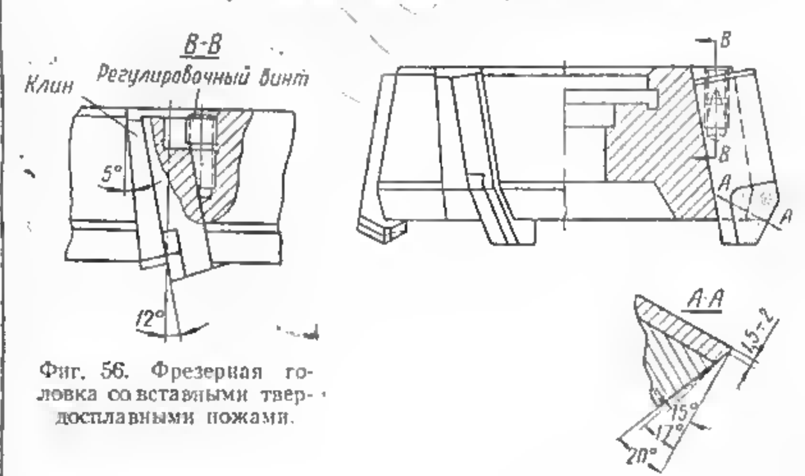
Фиг. 53. Основные части метчика.



Фиг. 54. Трепанирующая головка для кольцевого высверливания.



Фиг. 55. Концевая крупнозубая фреза с напаянными зубьями из пластинок твердого сплава.



Фиг. 56. Фрезерная головка со вставными твердосплавными ножами.

Метчики. Резьбы в отверстиях нарезаются метчиками (фиг. 53), представляющими собою винт с прорезанными продольными канавками. Эти канавки образуют режущие кромки метчика.

Рабочая часть метчика имеет заборный конус и калибрующую часть. Комплекты метчиков состоят из двух или трех штук. В последнем случае работу резания производят 1-й и 2-й метчики, а 3-й метчик калибрует резьбу. Резьба, для которой предназначен метчик, маркируется на его гладкой хвостовой части, причем номер метчика здесь же указывается круговой риской. Так, на первом метчике наносится одна риска, на втором — две и на третьем — три. Метчики закрепляются в патронах.

Трепанирующие головки. Трепанирующие головки (фиг. 54) применяются для кольцевого высверливания отверстий в сплошном металле. Такая головка представляет собой пустотелый цилиндр *1*, в торцовую часть которого вставлены резцы *2*. После сверления головки получается отход в виде цилиндрического сердечника. В процессе сверления стружка отводится в канавки, расположенные на наружной цилиндрической поверхности головки.

Фрезы. Наряду с чисто расточными работами на расточных станках широко практикуется фрезерование деталей фрезами и фрезерными головками. Концевые, цилиндрические и торцовые фрезы с крупными и нормальными зубьями применяются для обработки пазов. В большинстве случаев — это инструменты, изготовленные из быстрорежущей стали. В последнее время стали широко использоваться фрезы с напаянными винтовыми твердосплавными пластинками. Особенно хорошие результаты дает применение фрез с углом подъема винтовых канавок, увеличенным до 45° (фиг. 55).

По сравнению с работой быстрорежущими фрезами применение твердосплавных фрез повышает производительность обработки почти в пять раз и увеличивает стойкость инструмента до трех раз.

Для обработки плоскостей применяются фрезерные головки (фиг. 56), оснащенные твердым сплавом, в которых ножи закреплены при помощи рифленой поверхности, клиньев и винтов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Перечислите основные углы резца и расскажите об их влиянии на процесс резания.
2. Что представляет собой плоскость резания?
3. Каковы правила заточки резцов?
4. Опишите известные вам конструкции пластинчатых резцов.
5. Перечислите известные вам многолезвийные инструменты для обработки отверстий и опишите их конструкцию.
6. В чем состоит назначение метчиков и какова их конструкция?
7. Какие виды фрез вам известны и каково их назначение?

ГЛАВА VI

ОСНОВЫ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

31. ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СТРУЖКИ

Чтобы производительно резать металл, необходимо соблюдать такие условия: 1) твердость режущего инструмента должна быть выше твердости обрабатываемой детали; 2) приложенная к режущему инструменту сила должна быть больше силы внутреннего сцепления частиц обрабатываемого металла.

Под действием приложенной силы P (см. фиг. 44) передняя поверхность резца вначале сжимает слой металла, находящийся непосредственно перед режущей кромкой. Дальнейшее приложение силы уже вызывает нарушение связи внутренних частиц металла, в результате чего сжатый элемент скалывается и сдвигается по передней поверхности резца. Продвигаясь вперед, резец снова повторяет отделение элементов металла, образующих стружку.

Твердые, но хрупкие металлы (чугун, бронза) образуют стружку надлома в виде отдельных мелких кусочков. При обработке мягких и вязких металлов (мягкая сталь, красная медь) стружка получается в виде ленты, в которой сохранена связь между отдельными элементами стружки. Такая стружка называется сливной. Обработка твердых металлов с незначительной вязкостью дает стружку скалывания. Стружка скалывания является переходной, так как, сохраняя иногда сливную форму, имеет очень слабое сцепление между отдельными элементами.

Приведенные формы стружек не являются постоянными и могут изменяться в зависимости от твердости и вязкости материала, глубины резания, геометрии режущего инструмента и скорости резания. Так, например, более высокие скорости резания и более острый угол заострения инструмента способствует образованию сливной стружки вместо стружки скалывания.

В процессе обработки вязких материалов под действием температуры и давления мельчайшие частицы металла прилипают к режущей кромке резца, образуя так называемый нарост. Особенность нароста состоит в том, что он обладает твердостью, в 2,5 раза превышающей твердость обрабатываемого металла. Прикрывая собой режущую кромку, этот нарост сам способен производить резание. Но работу резцами, имеющими нарост, можно допускать только при обдирке, т. к. с появлением на резце нароста резко ухудшается чистота обработанной поверхности и теряется точность обработки. При скоростях, меньших 3 *м/мин*, и скоростях, превышающих 70 *м/мин*, нарост на передней поверхности не образуется. Поэтому чистовые работы следует проводить на более высоких скоростях.

В процессе резания металла деформации подвергается не только снимаемый слой металла, но и нижележащий слой поверхности. В результате этот слой изменяет свои механические свойства. Такое явление называется наклепом или упрочнением металла в результате деформации. Наклепанные поверхности обладают большей твердостью и меньшей пластичностью. Мягкие металлы наклепываются сильнее, а твердые и хрупкие металлы (чугун) наклепу почти не подвергаются. С уменьшением скорости резания и величины подачи степень наклепа уменьшается, а при затуплении режущей кромки увеличивается.

32. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Процесс резания металла возможен только в том случае, если происходят одновременно два движения — главное и вспомогательное. При работе на расточных станках главное движение характеризуется скоростью резания, т. е. вращением инструмента, закрепленного в шпинделе или суппорте планшайбы. Скоростью резания называется путь в направлении главного движения, пройденный в единицу времени самой удаленной от центра вращения точкой, принимающей участие в резании и находящейся на режущей кромке инструмента.

Скорость резания обозначается буквой v и определяется по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \ м/мин,$$

где D — диаметр окружности, на которой расположена точка режущей кромки инструмента, наиболее удаленная от центра вращения, в *мм*;

n — число оборотов режущего инструмента в мин.

При наружной обточке и внутренней расточке за величину D принимают диаметр обрабатываемой поверхности. При сверлении, зенкеровании, развертывании и фрезеровании вместо D в формулу подставляют цифровые значения диаметров инструментов. Однако, настраивая станок, как правило, решают обратную задачу, т. е. находят число оборотов по заданной скорости резания и диаметру обрабатываемой детали. Рассмотрим пример решения подобной задачи.

Предположим, что требуется расточить отверстие диаметром $D = 50$ *мм* со скоростью резания $v = 25$ *м/мин*. Какое же число оборотов в минуту n необходимо дать режущему инструменту? Решение:

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 50} = 159 \text{ об/мин}.$$

Полученное число оборотов устанавливают на станке с помощью рукояток коробки скоростей. Если расчетное число оборотов на станке отсутствует, то следует поставить ближайшее меньшее число из имеющихся у станка. Движение подачи на расточных станках сообщается инструменту или столу с целью осуществления непрерывности процесса резания.

Подачей называется величина перемещения какой-либо подвижной части станка в расчете на один оборот шпинделя или на один оборот планшайбы. Подача обозначается буквой s и выражается в миллиметрах на один оборот (*мм/об*).

Расточный станок имеет несколько подвижных частей с различными направлениями подач. Если подача инструмента или детали осуществляется вдоль оси шпинделя, то она называется продольной. Перемещение детали в направлении, перпендикулярном оси шпинделя, называется поперечной подачей. Подача суппорта планшайбы в радиальном направлении называется радиальной подачей, а вертикальное перемещение шпиндельной бабки — вертикальной подачей.

Если работа ведется режущим инструментом, закрепленным в шпинделе (при расточке, обточке, сверлении, развертывании и зенкеровании), подача определяется в миллиметрах на один оборот шпинделя. Для работы инструментом, закрепленным в суппорте планшайбы (при подрезке торцов и расточке), подача выражается в миллиметрах на один оборот планшайбы.

При фрезеровании величина подачи определяется различно: в миллиметрах на один зуб фрезы s_z, подача на один оборот фрезы s_0 и подача в минуту $s_м$. Если известна величина подачи на зуб s_z, то подача на один оборот фрезы s_0 вычисляется по формуле

$$s_0 = s_z' z,$$

где z — число зубьев фрезы.

Величину подачи в минуту ($s_м$) можно вычислить по формуле

$$s_м = s_z' zn,$$

где n — число оборотов фрезы в минуту.

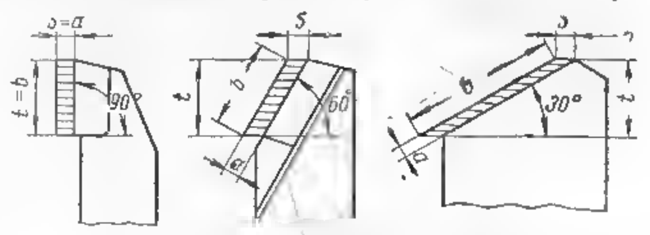
Глубиной резания называют толщину слоя металла, снимаемого инструментом за один проход. Глубина резания обозначается буквой t, измеряется в направлении, перпендикулярном к обработанной поверхности, и выражается в миллиметрах. При растачивании отверстий глубина резания t может быть рассчитана по формуле

$$t = \frac{d_2 - d_1}{2}\ мм,$$

где d_2 — диаметр отверстия после снятия одного слоя в *мм*;
d_1 — диаметр отверстия до обработки в *мм*.

Шириной b срезаемого слоя (фиг. 57) называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностью, измеренное по поверхности резания. Толщиной a срезаемого слоя называется расстояние между двумя последовательными положениями режущей кромки за один оборот инструмента, измеренное перпендикулярно к поверхности резания. Ширина b и толщина a измеряются в миллиметрах.

Поперечным сечением срезаемого слоя называется произведение глубины резания на подачу или толщины срезаемого слоя на его ширину. Поперечное сечение среза обозначается буквой f и вычисляется по формуле



Фиг. 57. Форма сечения стружки.

$$f = ab = st \text{ мм}^2,$$

где s — подача в *мм/об*;
t — глубина резания в *мм*.

Площадь поперечного сечения срезаемого слоя приближенно принимают равной площади поперечного сечения стружки.

Одной из первых задач расточника в начале работы является правильная настройка станка, обеспечивающая высокопроизводительное резание.

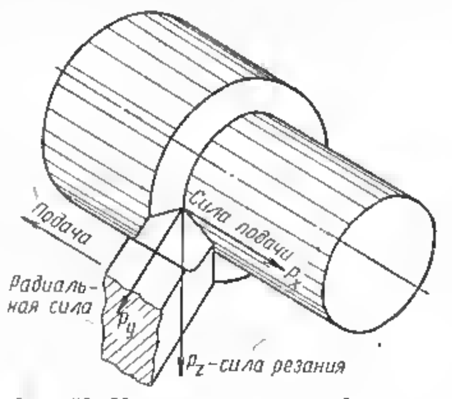
Настроить станок на режимы резания — это значит: а) сообщить шпинделю или планшайбе число оборотов, соответствующее назначенной скорости резания; б) установить коробку подач на величину выбранной подачи; в) настроить резец на глубину резания, указанную в технологической карте.

33. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РЕЗЕЦ

В процессе отделения стружки от основного металла возникает сопротивление, которое нужно преодолеть режущим инструментом. Силы сопротивления, действующие на резец, можно разделить на три основные силы: силу резания P_z (фиг. 58), которая стремится изогнуть резец, силу подачи P_x, дей-

ствующую на резец в направлении, противоположном подаче, и радиальную силу P_y, стремящуюся оттолкнуть резец от поверхности детали. Все перечисленные силы измеряются в килограммах. Самая большая из них — это сила резания P_z, которая примерно в четыре раза больше P_y и в 2,5 раза больше P_y.

При обработке деталей такими многолезвийными режущими инструментами, как сверла и развертки, инструмент под влиянием силы резания P_z подвергается напряжению скручивания. Радиальные силы P_y взаимно уничтожаются, а сила подачи P_x несколько возрастает, особенно при работе сверлами с перемычкой. Если режущие кромки сверла имеют разную длину, то возможно возникновение радиальной силы P_y, что приведет к уводу сверла в сторону от его оси вращения.



Фиг. 58. Направление сил, действующих на резец.

Величина силы резания P_z может быть рассчитана по формуле

$$P_z = kf \text{ кг},$$

где k — коэффициент резания в *кг/мм*²;

f — площадь поперечного сечения стружки в *мм*².

Под коэффициентом резания k понимается удельное давление резания в килограммах на каждый квадратный миллиметр сечения снимаемой стружки. Величина k определяется при постоянных условиях: $t = 5$ *мм*; $s = 1$ *мм/об*; $\gamma = 15°$; $\varphi = 45°$; $r = 1$ *мм*.

Значения коэффициентов резания k в практике не рассчитываются, а выбираются по табл. 15 в зависимости от твердости обрабатываемого материала.

Величина силы резания P_z зависит от геометрии резца, скорости резания и от применения и свойств охлаждающих жидкостей. С увеличением переднего угла γ сила резания P_z становится меньше и поэтому передний угол можно увеличивать в определенных пределах, однако без ущерба для прочности резца. С увеличением угла в плане φ сила P_z уменьшается.

Скорость резания влияет на силу резания по-разному: при скорости резания от 1 до 20 *м/мин* сила P_z уменьшается, начиная со скорости от 20 до 50 *м/мин* она возрастает, а при скорости свыше 50 *м/мин* опять уменьшается. Особенно резко сила P_z возрастает при затуплении инструмента. Поэтому расточнику следует постоянно наблюдать за состоянием режущей кромки.

Таблица 15

Значение коэффициента k для различных материалов

Обрабатываемый материал	$\sigma_в$ для стали в $кг/мм^2$, H_B для чугуна в $кг/мм^2$	Среднее значение коэффициента k в $кг/мм^2$
Сталь	40—50	150
	50—60	160
	60—70	178
	70—80	200
	80—90	220
	90—100	235
	100—120	255
Серый чугун	140—160	100
	160—180	108
	180—200	114
	200—220	120
Бронза	—	55

Применение охлаждающих и смазывающих жидкостей приводит к уменьшению силы резания P_z.

34. СТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

В процессе резания происходит смещение частиц металла, сопровождаемое выделением тепла. К этому теплу добавляется тепло, возникающее при трении стружки о переднюю поверхность резца и при трении детали о главную заднюю поверхность. Выделившееся тепло распределяется между стружкой, резцом, деталью и окружающим воздухом, причем в стружку уходит до 75% тепла, в резец — до 20%, в деталь — до 4% и в воздух до 1%.

Быстрый износ режущей кромки является результатом действия больших сил трения, температур и больших давлений, возникающих при резании. Первые признаки затупления инструмента проявляются в виде блестящих участков на поверхности детали. Дальнейшая работа таким инструментом приводит к еще большему затуплению режущей кромки, а затем и к ее разрушению.

Для увеличения срока службы инструментов следует применять охлаждение и смазку, так как смазочно-охлаждающие жидкости не только отводят тепло, но и смазывают трущиеся в процессе резания поверхности, уменьшая давление резания и расход энергии. В качестве охлаждающих жидкостей применяют содовую воду, масляные эмульсии, а в качестве смазывающих — минеральные, растительные и животные масла. Охлаждение должно пода-

ваться обильно: 10—12 *л* в минуту, так как небольшое количество жидкости вызывает трещины на режущей кромке инструмента.

Охлаждающие жидкости должны обладать высокой теплоемкостью, смазывающими и антикоррозийными свойствами, устойчивостью и высокой температурой вспышки. При обработке стали в качестве такой смазочно-охлаждающей жидкости применяется эмульсия из соды, зеленого мыла, минерального масла и воды. Для резьбонарезания и зубофрезерования используется сульфофрезол, состоящий из минерального масла, серы и смолистых веществ. Чистовое точение, фрезерование и сверление стали ведутся с применением растворов из 0,5—1% мыла, 0,5—0,75% соды и 0,25% нитрита натрия или же с применением эмульсии, содержащей 3—4% эмульсола и 0,2—0,3% соды или жидкого стекла. Входящий в состав упомянутой эмульсии эмульсол состоит из 7% олеиновой кислоты, 10% канифоли, 4% каустической соды, 2,5—4% спирта и веретенного масла 3 (остальное). При обработке алюминия используются соляровое и минеральное масла.

Под стойкостью режущего инструмента понимают время его непрерывной работы до затупления, т. е. время между двумя переточками. На величину стойкости инструмента влияют свойства обрабатываемого материала, материал и геометрия резца, скорость резания, сечение срезаемого слоя, охлаждение и величина вибрации при резании. С увеличением твердости обрабатываемого материала растут сила резания P_z, а следовательно, и силы трения, снижающие стойкость инструмента.

Материалы инструментов обладают различной критической температурой, при которой происходит понижение твердости режущей кромки и быстрое ее затупление. Так, для быстрорежущей стали эта температура равна 560—600°, для твердого сплава 900—1000°, а для углеродистой инструментальной стали 200—250°. Наивысшей теплостойкостью обладают резцы из твердых сплавов.

Стойкость инструмента зависит также от его геометрии. Поэтому углы заточки следует выбирать в зависимости от твердости обрабатываемого материала, материала инструмента и величины подачи. Стойкость твердосплавного инструмента, особенно при обработке твердых сталей, повышается с уменьшением величины переднего угла. Применение у резцов поверхности с фаской и канавкой при обработке вязких материалов уменьшает трение, а следовательно, повышает стойкость. Стойкость инструментов сильно зависит и от скорости резания. Особенно это заметно у быстрорежущих резцов. Например, с увеличением скорости на 10% быстрорежущий резец затупляется в 2 раза быстрее.

Увеличение площади поперечного сечения снимаемого слоя *f* также вызывает уменьшение стойкости, но не так резко, как это происходит при увеличении скорости резания. В связи с этим при

обдирочных работах следует увеличивать сечение срезаемого слоя и уменьшать скорость резания, т. е. снимать припуск с наименьшим числом проходов.

На механический износ режущей кромки большое влияние оказывают вибрации, которые возникают в результате изменения величины действующих сил, а также в результате упругих деформаций станка, оправки, приспособления и детали. Действующие силы могут изменять свою величину при снятии прерывистой стружки, неравномерном припуске, различной твердости обрабатываемого материала и т. д. Чем сильнее вибрации, тем больше износ резца, так как динамические удары резко снижают стойкость инструмента.

Расточные резцы работают в наиболее тяжелых условиях, и поэтому возможность применения высоких режимов, типичных для скоростного и силового резания, весьма ограничена.

Для уменьшения вибраций и увеличения стойкости инструмента необходимо предусматривать правильное расположение и надежное крепление детали и режущего инструмента, а также соответствующую геометрию последнего. Деталь должна устанавливаться возможно ближе к шпинделю, иметь наименьшее количество подкладок, подставок и других установочных приспособлений. Места крепления детали должны располагаться там, где действуют наибольшие силы, возникающие при резании. Устанавливая режущий инструмент, по возможности не следует применять дополнительных переходных втулок, оправок с биением выше 0,05 *мм* и резцов малого сечения. Нормальный вылет резца не должен превышать учетверенного диаметра его стержня. Фрезы и фрезерные головки желательно крепить на планшайбе или на шпинделе, но не в его коническом гнезде.

Для уменьшения вибраций при расточке длинными консольными оправками или расточными штангами следует применять твердосплавные резцы с главным углом в плане 75—90° и с положительным передним углом. При черновой расточке переднюю поверхность резца нужно делать плоской формы с фаской шириной от 0,2 до 1 *мм*.

Вибрации могут быть уменьшены и в результате применения виброгасителей или заточки фаски по задней поверхности резца, имеющей отрицательный угол 1—2° и ширину 0,1—0,3 *мм*.

Усиленный механический износ и поломку инструмента вызывают вибрации, появляющиеся при скоростях резания в пределах от 30 до 50 *м/мин* с шагом волн на обработанной поверхности от 3 до 10 *мм*. Такие вибрации сопровождаются глухим дребезжащим звуком. Вибрации, возникающие при скоростях более 100 *м/мин*, поломок не вызывают, но зато снижают стойкость инструмента и качество обработанной поверхности. Эти вибрации сопровождаются резким свистом. Самым успешным методом

борьбы с вибрациями является подбор соответствующих режимов резания и применение многолезвийных режущих инструментов.

35. ВЫБОР РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Выбрать режим резания — значит подобрать такую глубину резания, подачу и скорость резания, которые бы позволили получить со станка максимальное количество качественных деталей в течение одной рабочей смены.

При выборе режимов резания руководствуются следующими соображениями. Глубину резания выбирают, исходя из припуска на обработку, т. е. из толщины слоя металла, удаляемого в процессе обработки. Припуск бывает общий, который должен быть удален с поверхности детали в результате всех видов обработки, и межоперационный, удаляемый при определенной операции. Припуск чаще всего дается как припуск на сторону, и его величина определяет количество проходов, необходимых для удаления всего слоя металла.

Рациональное использование станка заставляет стремиться к снятию всего припуска при наименьшем числе проходов. Если мощность станка, прочность резца и жесткость его крепления и крепления детали это позволяют, то необходимо удалять весь припуск за один проход. Правда, такое решение допускается только при обработке поверхностей, имеющих свободные размеры и грубую чистоту.

Особенно осторожно следует поступать при необходимости оставления припуска на последующие операции. Так, например, излишне оставленный припуск после расточки под развертывание может привести к поломке инструмента, а недостаточный припуск — к провалу размера отверстия или к неудовлетворительной чистоте обработанной поверхности.

Межоперационные припуски при обработке предварительно подготовленных отверстий приведены в табл. 16.

Таблица 16

Припуски на сторону при расточке в мм

Вид обработки	Диаметры в мм					
	50—80	80—150	150—400	400—900	900—1500	св. 1500
Предчистовое растачивание	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Чистовое растачивание	0,25	0,50	0,5	0,75	0,75	1,0

Величина подачи выбирается в зависимости от жесткости детали, станка и режущего инструмента, а также от заданной точности и чистоты обрабатываемой поверхности. Увеличение подачи

сокращает машинное время обработки. Поэтому следует черновую обработку производить при подачах, максимально допускаемых жесткостью обрабатываемой детали, прочностью режущего инструмента и прочностью механизма подач станка. Для получистовой и чистовой обработки величина подачи определяется требованиями чистоты и точности обработанных поверхностей. Выбор величины подачи может производиться по таблицам, разработанным для различных режущих инструментов и различных обрабатываемых материалов. Например, по данным Уралмашзавода, при расточке деталей резцами рекомендуются подачи, приведенные в табл. 17.

Таблица 17

Рекомендуемые величины подачи при обработке резцами

Диаметры обрабатываемых отверстий в *мм*	Радиус закругления вершины резца в *мм*	Классы чистоты обработанной поверхности		
		▽1; 2; 3	▽4; 5	▽6
		припуск на обработку		
		до 1 *мм*		до 2 *мм*
		подача $S_{в}$ в *мм/об*		
до 30 31—60	1	0,15—0,2 0,15—0,3	0,1—0,15 0,1—0,2	0,06—0,1 0,08—0,12
61—100 101—150	1,5	0,2—0,5 0,3—0,6	0,15—0,25 0,2—0,3	0,1—0,15 0,15—0,2
151—300 301—500	2,0	0,35—0,7 0,5—0,8	0,3—0,4 0,4—0,5	0,2—0,25 0,25—0,3
св. 500	2,5	0,6—1,0	0,5—0,6	0,3—0,35

При черновых проходах величина подачи определяется глубиной резания и выбирается в следующих пределах:

$$\frac{t}{18} \leqslant s \leqslant \frac{t}{3},$$

где t — глубина резания.

Скорость резания определяется в зависимости от свойств обрабатываемого материала, марки инструментального материала, стойкости инструмента, глубины резания и подачи, а также в зависимости от геометрии режущего инструмента и способа его закрепления на станке. С повышением твердости обрабатываемого материала увеличивается износ резца, следовательно, и скорость резания должна быть снижена по сравнению со скоростью резания при обработке более мягких металлов. Обработка на по-

Таблица 18

Режимы резания для точения чугуна с твердостью $H_в = 190$ резцом из твердого сплава ВК8 при его стойкости, равной 60 мин.

Глубина резания в *мм*	Чистовая обработка. Подача $s_в$ в *мм/об*: 0,1	0,12	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,8
	скорость резания $v_в$ в *м/мин*										
0,25	127	123	118	110	106						
0,5	116	112	107	102	96,3	93	90,8	88,7			
1,0	106	103	97,2	93	88,7	84,3	82,5	80	78,3	72,4	64,7
1,5	102	97,3	93	87,5	84,3	80,5	78,9	76,8	71,3	67	59,4
2	97,3	94,2	89,7	84,3	81	77,8	75,7	73,5	68	62,7	56,2

Черновая обработка

Глубина резания в *мм*		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	2
3	V	73,5	69,5	60,5	57,2	54	51,9	48,8	47,1	43,8	40	—	—
	N_p	1,7	1,95	2,0	2,15	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,95	—	—
	P_z	141	174	205	234	261	288	314	340	386	454	—	—
5	V	68,9	65,1	55,8	51,9	48,6	46,5	44,3	42,1	39,3	35,9	33,3	32,2
	N_p	2,7	3,1	3,1	3,3	3,4	3,65	3,75	3,90	4,1	4,4	4,7	4,9
	P_z	238	290	340	390	436	481	524	566	645	757	871	938
7	V	65,9	62,5	52,3	48,6	45,5	43,3	41,1	40	37	33,5	32,4	30
	N_p	3,6	4	4	4,4	4,5	4,75	5	5,1	5,4	5,8	6,15	6,4
	P_z	329	405	477	545	611	673	734	792	903	1061	1219	1312
10	V	63	59,5	48,9	44,3	42,6	41	38,6	36,7	34,4	31,2	29,2	28,1
	N_p	4,9	5,4	5,5	5,7	6,05	6,4	6,7	6,8	7,2	7,8	8,3	8,6
	P_z	470	580	633	780	875	965	1050	1132	1290	1519	1742	1880

нижениых скоростях также должна производиться и при работе по твердой корке, по окалине и при наличии раковин на заготовке.

Резцы с пластинками твердых сплавов, благодаря высокой теплостойкости, допускают значительно большие скорости резания по сравнению с быстрорежущими, а тем более по сравнению с углеродистыми резцами. С увеличением площади сечения срезаемого слоя металла растут силы резания и затупление резца протекает быстрее. Поэтому для увеличения производительности процесса резания при неизменной стойкости инструмента следует увеличивать площадь поперечного сечения среза ($t \times s$) за счет снижения скорости резания. При чистовой обработке глубина резания и подача незначительны, следовательно, единственный путь сокращения времени обработки — это резкое увеличение скорости резания.

Размеры резца и его заточка также влияют на величины скорости резания. Чем больше размеры резца, тем лучше отводится тепло и тем меньше вибрации, а, следовательно, тем выше его стойкость. Увеличение стойкости позволяет несколько увеличить скорость резания. То же самое произойдет, если правильно подобрана геометрия резца. На выбор скорости резания влияют также и другие условия работы: жесткость крепления детали, вибрации станка, инструмента и детали, охлаждение, требуемая степень чистоты и точности обрабатываемой детали.

Выбор скорости резания производится по таблицам, составленным для определенных условий резания, а их изменение учитывается поправочными коэффициентами. В качестве примера таких таблиц могут служить табл. 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 и 25.

Таблица 19

Поправочные коэффициенты k_1 и k_{Np} к скорости резания и мощности в зависимости от твердости обрабатываемого чугуна

Наименование чугуна	Марка чугуна, его твердость и принятые значения k_1 и k_{Np}			
	марка чугуна	H_B в $кг/мм^2$	k_1	k_{Np}
Обыкновенный	СЧ 15—32 СЧ 18—36 СЧ 21—40	163—229 170—229 170—241	1,0 1,0 0,88	1,12 1,0 0,92
Модифицированный	МСЧ 28—48 МСЧ 35—56 МСЧ 38—60	170—241 197—248 207—262	0,8 0,75 0,72	0,86 0,83 0,80
Сверхпрочный	СпЧ 45—85 СпЧ 45—85	207—285 160—229	0,88 0,75	0,76 0,73

Таблица 20

Поправочные коэффициенты k_2 к скорости резания и мощности в зависимости от рода заготовки при работе по корке

Вид заготовки	Поковки	Стальное литье	Чугун
Коэффициент k_2 . .	0,8	0,6	0,85

Таблица 21

Поправочные коэффициенты k_3 к скорости резания в зависимости от материала резца

Обрабатываемый материал	Материал резца					
	T30K4	T15K6	T14K8	T5K10	BK8	BK6
	поправочный коэффициент					
Сталь	1,15	1,00	0,8	0,6	—	—
Чугун	—	—	—	—	1,00	1,2

Таблица 22

Поправочные коэффициенты k_4 к скорости резания в зависимости от принятой стойкости инструмента

Материал резца	Обрабатываемый материал	Стойкость резца в минутах						
		30	60	90	120	150	180	300
		значение коэффициента						
T15K6; T5K10; BK6; BK8	Сталь, стальное литье, чугун, чугунное литье	1,15	1,0	0,92	0,87	0,85	0,74	0,7

Таблица 23

Поправочные коэффициенты k_5 к скорости резания и мощности в зависимости от главного угла в плане

Материал резца	Обрабатываемый материал	Величина главного угла в плане				
		30	45	60	75	90
		значение коэффициента				
BK6; BK8; P18	Чугун	1,2	1	0,88	0,79	0,73
T15K6; T5K10	Сталь	1,2	1,0	0,95	0,85	0,75

Таблица 24

Поправочные коэффициенты k_6 к скорости резания и мощности в зависимости от сечения резцов

Обрабатываемый материал	Сечение резцов в *мм*								
	6 × 6	10 × 10 Ø10 ÷ 12	10 × 16 12 × 18	20 × 20 16 × 16 Ø16	16 × 25 20 + 20 Ø20 ÷ 25	20 × 30 25 × 25 Ø30	25 × 40 30 × 30 Ø40	30 × 45 40 × 40	40 × 60
	Поправочный коэффициент								
Сталь . . .	0,8	0,87	0,9	0,93	0,97	1,0	1,04	1,08	1,12
Чугун . . .	0,89	0,93	0,95	0,97	0,98	1,0	1,02	1,04	1,06

Рассмотрим пример выбора режимов резания для черновой расточки по корке отверстия диаметром 80 *мм* в чугунной детали с твердостью $H_в = 170—241$ *кг/мм²*. Работа ведется твердосплавным резцом марки ВК8 с углом в плане 60° при глубине резания $t = 5$ *мм*, подаче $s = 0,6$ *мм/об*. При этом будем считать, что расточка производится оправкой диаметром 70 *мм* и длиной 200 *мм*. Стойкость инструмента примем равной 90 мин., а сечение резца 25 × 25 *мм*. По табл. 18 определяем допустимую скорость резания при $t = 5$ *мм* и $s = 0,6$ *мм/об*: $v_{табл} = 51,9$ *м/мин*.

К данной табличной скорости вводим следующие поправочные коэффициенты, учитывающие: 1) материал детали $k_1 = 0,88$ (табл. 19); 2) род заготовки $k_2 = 0,85$ (табл. 20); 3) материал резца $k_3 = 1$ (табл. 21); 4) стойкость инструмента $k_4 = 0,92$ (табл. 22); 5) угол в плане $k_5 = 0,95$ (табл. 23); 6) сечение резца $k_6 = 1$ (табл. 24); 7) диаметр и вылет оправки $k_7 = 0,9$ (табл. 25).

Тогда мы получим:

$$v_{расч} = v_{табл}\, k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 k_7 =$$

$$= 51,9 \cdot 0,88 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 = 32,8 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя при этом:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 32,8}{3,14 \cdot 80} = 130 \text{ об/мин.}$$

Если данных чисел оборотов на станке нет, то берем ближайшее наименьшее число. Дальше выясняем допускается ли обработка на таких режимах, исходя из полезной мощности станка. Для этого узнаем мощность, затрачиваемую на резание металла. Мощность, идущая на резание, обозначается буквой $N_{рез}$, выражается в киловаттах (*квт*) и вычисляется по формуле

$$N_{рез} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} \text{ квт},$$

Таблица 25

Поправочные коэффициенты K_7 к скорости резания в зависимости от длины оправки или расточной штанги и их диаметров

Диаметр оправки или штанги в *мм*	Длина оправки в *мм*										Длина расточной штанги в *мм*						
	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
30	0,4	0,35	0,3	0,2							0,4	0,3					
40	0,5	0,4	0,35	0,3	0,2						0,45	0,4					
50	0,6	0,5	0,4	0,35	0,3	0,2					0,5	0,45					
60	0,65	0,6	0,5	0,4	0,35	0,3	0,2				0,6	0,55	0,5				
70	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3			0,65	0,6	0,55	0,5			
90			1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4			0,65	0,6	0,55	0,5		
110				1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4			0,65	0,6	0,55	0,5	
125					1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5			0,7	0,65	0,6	0,55	0,4
150							1,0	0,9	0,8	0,7				0,7	0,65	0,6	0,45
200								1,0	0,9	0,8					0,7	0,65	0,5
250																0,7	0,6

Примечание. Выше жирной линии чистовые скорости на резцы твердых сплавов не применять.

где P_z — сила резания в *кг*;
v — скорость резания в *м/мин*.

На резание металла используется не вся мощность электродвигателя, так как происходят потери мощности в самом электродвигателе и потери мощности на трение в механизмах станка. Полезная мощность обозначается буквой $N_э$, а мощность двигателя $N_м$. Полезная мощность вычисляется по формуле

$$N_э = N_м \eta_м \eta_{ст},$$

где $\eta_м$ — коэффициент полезного действия электродвигателя (в среднем равен 0,95);
$\eta_{ст}$ — коэффициент полезного действия станка (в среднем равен 0,8).

Чтобы каждый раз не вычислять мощность на резание N_p и силу резания P_z, их величину берем в таблицах, а полезную мощность $N_э$ для каждой ступени чисел оборотов — в паспорте. Для нашего примера по табл. 18 находим, что $N_{p\,табл} = 3{,}3$ *квт*.

К данной табличной мощности вводим следующие поправочные коэффициенты, учитывающие: 1) материал детали $k_{Np} = 0{,}92$ (табл. 19); 2) род заготовки $k_z = 0{,}85$ (табл. 20); 3) угол в плане $k_5 = 0{,}95$ (табл. 23); 4) сечение резца $k_6 = 1$ (табл. 24). Тогда

$$N_p = N_{p\,табл}\, k_{N_p}\, k_5\, k_6 = 3{,}3 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}95 \cdot 1 \approx 2{,}5 \text{ квт}.$$

Определив по паспорту станка полезную мощность $N_э$ при выбранных числах оборотов шпинделя, сравниваем ее величину с величиной N_p. Если $N_э$ будет больше N_p, то вести обработку на данном станке при выбранных режимах можно.

Сравнение правильности выбранных режимов производят также по крутящим моментам. Крутящим моментом резания называется произведение силы резания на радиус точения.

Величину момента резания вычисляем по формуле

$$M_{рез} = P_z \frac{D}{2} \text{ кг},$$

где P_z — сила резания в *кг*;
D — диаметр растачиваемого отверстия в *м*.

Если крутящий момент резания намного меньше крутящего момента, взятого по паспорту для данной ступени чисел оборотов, то режимы следует пересмотреть в сторону увеличения. Если наоборот, то станок не потянет и тогда следует уменьшить скорость резания, т. е. перейти на более низкую ступень чисел оборотов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Расскажите о процессе образования стружки.
2. Что такое скорость резания и как она вычисляется?
3. Что такое глубина резания, подача и площадь среза?
4. Какие силы действуют на резец в процессе резания и какова их величина?
5. Что понимается под стойкостью инструмента и какие условия влияют на ее величину?
6. Как выбираются наивыгоднейшие режимы резания?

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА РАСТОЧНЫХ СТАНКАХ

ГЛАВА VII

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

38. ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Технологическим процессом механической обработки называется последовательный порядок изменений формы и размеров заготовки, превращающий ее в готовую деталь. Правильно разработанный технологический процесс должен обеспечить качественное изготовление детали при наименьшей затрате времени на ее обработку. Для выполнения этого условия в технологической документации должны быть указаны способы и последовательность обработки и контроля детали, необходимое оборудование, нужные режущие и измерительные инструменты и приспособления, обеспечивающие выбранный метод обработки и качество детали, и, наконец, необходимые режимы резания.

В зависимости от типа производства, на который рассчитан технологический процесс, его построение и содержание будут иметь свои особенности. Так, при индивидуальном типе производства, где изготовление деталей носит единичный характер, технологический процесс предусматривает наименьшие затраты на оснащение, т. е. предполагается выполнение операций, главным образом, с помощью нормального инструмента на универсальных станках и на универсальной оснастке.

При серийном типе производства изготовление деталей ведется периодически повторяющимися сериями или партиями. В этом случае оказывается выгодным ввести в технологический процесс применение специальных приспособлений и инструментов, способствующих сокращению времени на установку и обработку деталей. В массовом производстве за каждым станком закрепляется выполнение только одной определенной операции, и поэтому технологический процесс предусматривает широкое применение автоматизации, базирующейся на создании автоматических поточных линий с применением автоматических зажимных приспособлений и автоматически действующих измерительных инструментов.

Технологический процесс механической обработки состоит из одной или нескольких операций, которые последовательно проходит заготовка, прежде чем она превратится в готовую деталь.

Операцией называется часть технологического процесса обработки детали на одном станке или одном рабочем месте. Операция охватывает все действия рабочего от начала обработки одной детали до перехода к обработке следующей. Операция может выполняться с одной или нескольких установок.

Установкой называется часть операции, выполняемая при одном закреплении обрабатываемой детали. Всякое новое закрепление и раскрепление детали дает новую установку. Операция может быть выполнена за один или несколько переходов.

Переходом называется часть операции (установки), характеризующаяся неизменностью обрабатываемой поверхности, режущего инструмента и режима резания. Переход может состоять из одного или нескольких проходов.

Проходом называется часть перехода, в течение которого снимается один слой металла. Проход расчленяется на приемы.

Приемом называется законченное действие рабочего в процессе выполнения операции или в процессе подготовки к ее выполнению. Так, например, закрепление резца в суппорте планшайбы, резца в оправке, детали на столе будут представлять собой отдельные приемы.

Построение любого технологического процесса может идти по двум различным путям: по пути укрупнения операции или по пути ее расчленения. Под укрупнением операции понимают объединение нескольких отдельных переходов в одну операцию. Составление технологического процесса по этому методу оказывается выгодным, когда, например, необходимо произвести обработку детали за одну установку с целью получения точных и соосных поверхностей без применения специальных приспособлений. Как правило, этот принцип построения технологического процесса оправдывается при индивидуальном производстве.

Процесс расчленения операции предусматривает разбивку технологического процесса на более мелкие операции, большей частью состоящие из одного перехода. В этом случае для каждой операции должны иметься специальные приспособления, обеспечивающие быструю установку и настройку деталей. Станок настраивается только один раз для первой детали из всей партии, а это возможно только при крупносерийном и массовом производстве.

Выбрав метод построения технологического процесса, технолог приступает к выбору способа обработки, способа крепления детали и инструмента, а также к установлению последовательности операций и переходов. При назначении технологического процесса обработки деталей на расточных станках всегда стремятся

к тому, чтобы снять весь припуск за один проход. Однако, в силу неравномерности припусков, недостаточной жесткости крепления инструмента и детали это часто осуществить невозможно, так как тяжелые условия резания при расточке отражаются на точности формы и размерах обрабатываемых поверхностей. Поэтому обработку отверстий по второму и третьему классу точности, как правило, производят в два перехода — черновой и чистовой. При черновом переходе снимается припуск за один или несколько проходов в зависимости от имеющегося припуска на обработку.

В зависимости от требуемой чистоты поверхности и точности обрабатываемой детали при чистовом переходе также могут быть предчистовой и чистовой проходы или только один чистовой.

Для расточки тонкостенных деталей в технологическом процессе предусматривается несколько предчистовых проходов. Неопытные расточники, стремясь быстрее обработать деталь, иногда нарушают технологию: они объединяют все предчистовые проходы, а затем растачивают отверстие окончательно. В результате после открепления детали ее отверстие оказывается не цилиндрическим, а эллиптическим. При выборе способа обработки той или иной детали следует учитывать ее конструктивные особенности и требования к чистоте и точности ее поверхности.

37. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ БАЗЫ

Одним из важнейших вопросов при составлении технологического процесса обработки деталей на станках является правильный выбор тех поверхностей детали, установка на которые при ее обработке должна обеспечить надлежащее расположение всех геометрических элементов готовой детали. Поверхности, на которые устанавливается деталь при обработке, от которых производятся измерения и по которым ориентируются другие детали при сборке, называются базовыми поверхностями. Если поверхность используется при установке детали для правильной ее ориентировки относительно режущего инструмента, то она называется технологической установочной базой. В качестве установочных баз могут быть использованы не только поверхности, но и линии или точки (разметочные риски и точки).

Поверхности, линии и точки, служащие для отсчета при измерениях, называются измерительными базами.

Поверхности, относительно которых ориентированы другие сопрягаемые детали данного механизма, называются конструкторскими базами.

При выборе установочных и измерительных баз желательно, чтобы они в то же время являлись и сборочной базой, так как любая другая установочная промежуточная поверхность даже при самой точной выверке даст бóльшие или меньшие отклонения от геометрической формы детали, а эти отклонения неизбежно

снизят точность сборки. Выбранная технологическая база должна обеспечить надежность крепления и устойчивое положение детали при ее обработке, должна быть удобной для выверки положения детали на столе станка и проведения измерения. В качестве технологических баз могут быть приняты как обработанные, так и необработанные поверхности, а также линии разметки. Следует отметить, что необработанные поверхности могут использоваться в качестве баз только в том случае, если деталь обрабатывается с одной установки.

38. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Технологический процесс механической обработки заносится в специально разработанные формы, составляющие единую систему технологической документации. Из всех этих документов на рабочее место выдается только операционная карта механической обработки, которая и является основным техническим рабочим документом. При серийном типе производства операционная карта составляется на каждую операцию и в некоторых случаях имеет эскиз обработки, позволяющий выполнять операцию без чертежа.

Операционная карта должна содержать следующие данные:

1) наименование изделия и узла, заказ, по которому изготовляется деталь, и номер спецификации;

2) род заготовки (литье, штамповка, прокат), марка материала, размеры, количество деталей из одной заготовки и ее вес в *кг*;

3) номер чертежа детали, номер позиции, количество деталей на изделие, заказ и вес детали;

4) номер операции, шифр или номер станка по действующему на заводе классификатору;

5) номер установки и перехода и краткое описание переходов с указанием номера обрабатываемых поверхностей;

6) наименование и индекс измерительных, режущих и вспомогательных инструментов, применяемых для данного перехода;

7) наименование приспособления и шифр;

8) размеры обрабатываемых поверхностей для каждого перехода в отдельности;

9) режимы резания для каждого перехода;

10) норму времени и разряд работы.

Наличие операционной карты на рабочем месте позволяет рабочему быстро ориентироваться в установке и креплении детали, в подборе режущих и измерительных инструментов и рациональных режимов резания. Дополнительно к операционной карте рабочему выдается наряд и, если требуется, чертеж. Форма операционной технологической карты приведена в табл. 26.

После составления технологического процесса и внедрения его в производство операционная технологическая карта становится

Таблица 26

Форма операционной технологической карты

Завод / цех	Технологическая операционная карта механической обработки №			
Заготовка	Операция №		Шифр или номер станка	Деталь
Род				Чертеж №
Марка материала				Позиция №
Размеры				Количество на изделие
Количество деталей из одной заготовки				Количество на заказ
Вес в *кг*				Вес в *кг*

Наименование изделия и узлы		Заказ №	Спецификация №
Наименование детали			
Приспособления			Шифр

Количество одновременно обрабатываемых деталей	Размеры партии	Подготовительно-заключительное время на партию	Норма времени на 1 деталь в мин.			Штучное время	Разряд работы	Расценка в рублях	
			основное	вспомогательное	дополнительное			на подготовительно-заключительное время	за 1 шт.

Номер установок и переходов	Описание переходов	№ обрабатываемых поверхностей	Наименование и индекс инструментов			Размеры обрабатываемой поверхности в *мм*					Режимы резания						Основное время		Вспомогательное время
			режущих	мерительных	вспомогательных	припуск на сторону	диаметр		ширина	длина	глубина резания *t* в *мм*	скорость резания *v* в *м/мин*	число оборотов *n* в *об/мин.*	подача *s*	расчетная длина обработки *L*	число проходов	машинное	машинно-ручное	
							от	до											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Изменения	№ разрешения	Содержание изменения	Подпись	Дата	Составил	Нормировал	Проверил	Утвердил	Дата	Лист №	Всего листов

законом производства, не допускающим его нарушения. Однако это не значит, что технологический процесс нельзя изменять и улучшать. Новаторы производства совместно с инженерно-техническими работниками постоянно совершенствуют технологический процесс, добиваясь повышения производительности труда, снижения себестоимости продукции и улучшения качества машин. Всякое усовершенствование технологического процесса оформляется технологической документацией и только после этого внедряется в производство. Оформление предложений по улучшению технологического процесса производится через отделы рабочего изобретательства заводов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Что представляет собой технологический процесс?
2. Что называется операцией, установкой, переходом и проходом?
3. В чем состоит различие в форме и содержании технологических процессов для различных типов производства?
4. Какие виды базовых поверхностей вам известны и каково их значение для технологического процесса производства?
5. Для чего служит операционная карта и в чем состоит ее основное содержание?

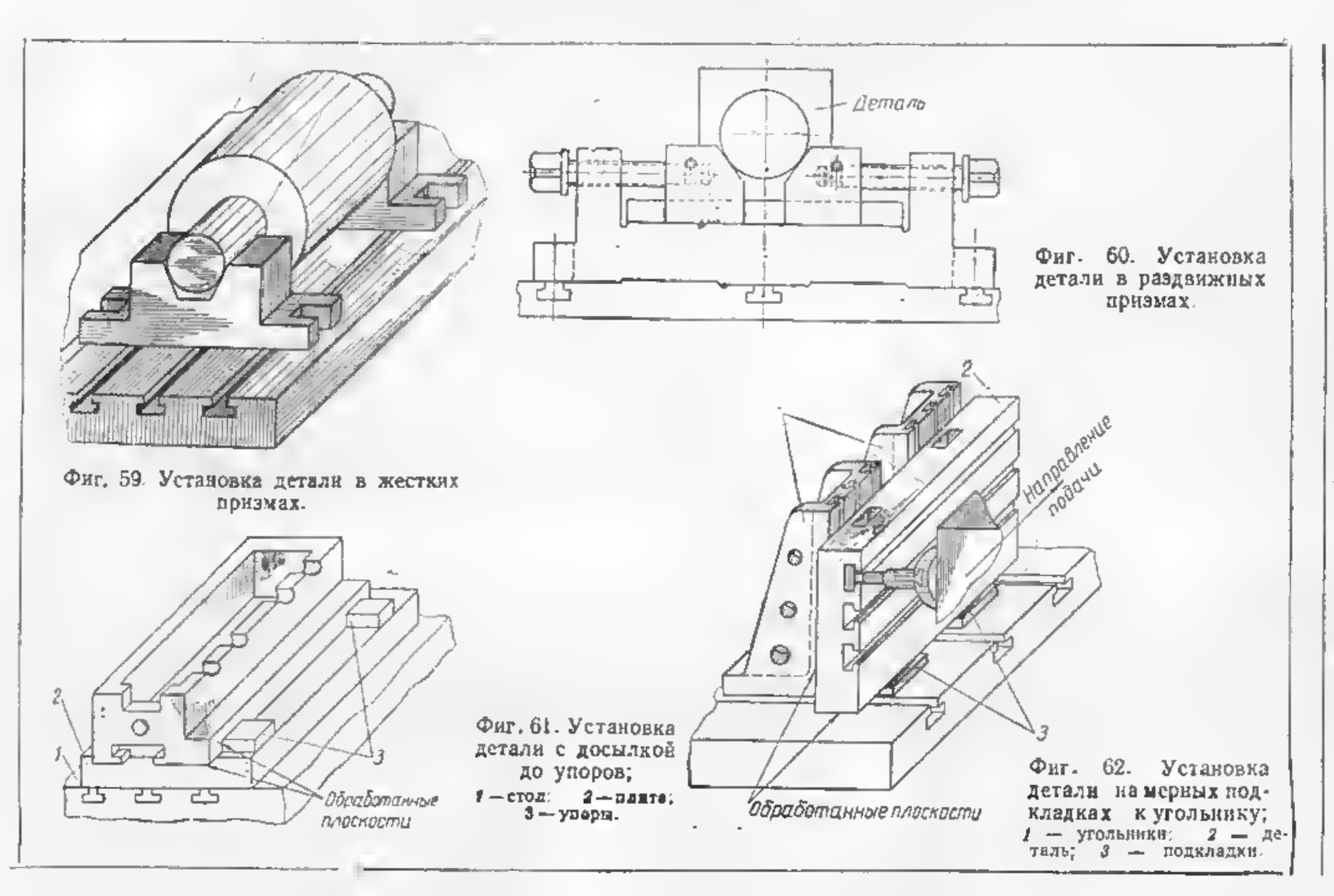
ГЛАВА VIII

УСТАНОВКА ДЕТАЛЕЙ НА РАСТОЧНЫХ СТАНКАХ И ИЗМЕРЕНИЕ ИХ РАЗМЕРОВ

39. УСТАНОВКА ДЕТАЛИ НА СТАНОК

На расточных станках обрабатывают детали, имеющие самую разнообразную форму. Почти каждая обрабатываемая деталь требует особого подхода к выбору такого способа ее установки и выверки, которые бы обеспечили точность и качество обработки с наименьшей затратой времени. Процесс установки и выверки деталей является самым ответственным элементом технологического процесса и требует наиболее высокой квалификации рабочего. Поэтому молодым рабочим, осваивающим расточное дело, особенно внимательно следует изучить приемы, которыми пользуются опытные кадровые рабочие. Несмотря на сложность и многообразие приемов установки деталей, существует ряд общепринятых правил. Рассмотрим некоторые из них.

При установке деталей следует предусматривать такое их расположение на станке, чтобы горизонтальное перемещение стола или колонны и вертикальное перемещение шпиндельной бабки (наибольшее и наименьшее) обеспечивали обработку поверхности с одной установки. При обработке расточной штанги задняя стойка станка должна располагаться как можно ближе к детали. Обрабатываемая поверхность должна находиться всегда



Фиг. 59. Установка детали в жестких призмах.

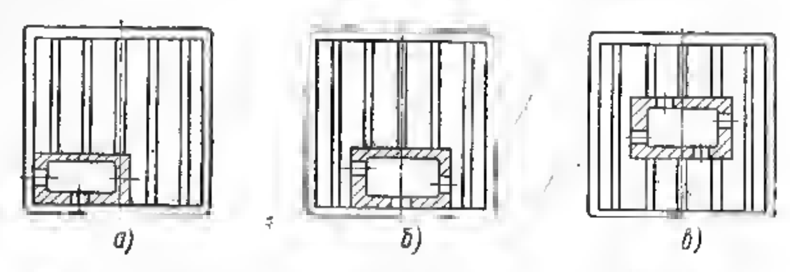
Фиг. 60. Установка детали в раздвижных призмах.

Фиг. 61. Установка детали с досылкой до упоров; 1 — стол; 2 — плита; 3 — упоры.

Фиг. 62. Установка детали на мерных подкладках к угольнику; 1 — угольники; 2 — деталь; 3 — подкладки.

на достаточном расстоянии от шпиндельной бабки. Это должно обеспечивать смену режущего инструмента и измерение детали. Слишком далекое расстояние приводит к большим вылетам шпинделя и оправки, что снижает качество и точность обработки. При установке деталей на необработанную поверхность необходимо их помещать на подкладки или клинья, в то же самое время избегая большого количества подкладок. Если деталь установлена на обработанную плоскость, то следует проверить щупом плотность ее прилегания (допускается между прилегающими поверхностями в местах прижима проложить листок бумаги).

Установка цилиндрических деталей обычно производится в призмах. Если базовые шейки таких деталей одинаковы по диа-



Фиг. 63. Расположение детали при обработке на поворотном столе:
а — расточка с двух сторон; *б* — расточка с трех сторон; *в* — расточка с четырех сторон.

метру (фиг. 59), то призмы берутся нерегулируемые. При шейках разных диаметров следует использовать раздвижные призмы (фиг. 60). Такие призмы заранее устанавливаются и выверяются относительно шпинделя.

Если устанавливаемая деталь имеет две взаимно перпендикулярные обработанные плоскости, принимаемые в качестве баз, то установка ведется с досылкой их до упоров, причем надобность в выверке отпадает (фиг. 61). При обработке тяжелых деталей (фиг. 62) упоры заменяются угольниками, заранее выверенными и закрепленными на столе станка. При установке деталей обработанной плоскостью на мерные подкладки или непосредственно на стол станка с упором в такие угольники, также исключается необходимость выверки. Установка на мерные подкладки, указанные на фиг. 62, осуществляется и в том случае, если ось растачиваемого отверстия лежит ниже минимального расположения шпинделя, допускаемого перемещением шпиндельной бабки, или если установочные базовые поверхности углублены в тело детали по отношению к ее выступающим частям.

Расположение детали на поворотном столе станка должно обеспечивать наименьший вылет шпинделя и оправки. Если обрабатываются две взаимно перпендикулярные плоскости и в них

растачиваются отверстия, то деталь следует устанавливать в углу стола (фиг. 63, *а*), так как с поворотом стола вылет шпинделя будет наименьшим.

При обработке деталей с трех или четырех сторон установку на столе станка следует производить так, как указано на фиг. 63, *б* и *в*. Такая установка обеспечивает наименьший вылет шпинделя и оправки.

40. ВЫВЕРКА УСТАНОВЛЕННОЙ ДЕТАЛИ

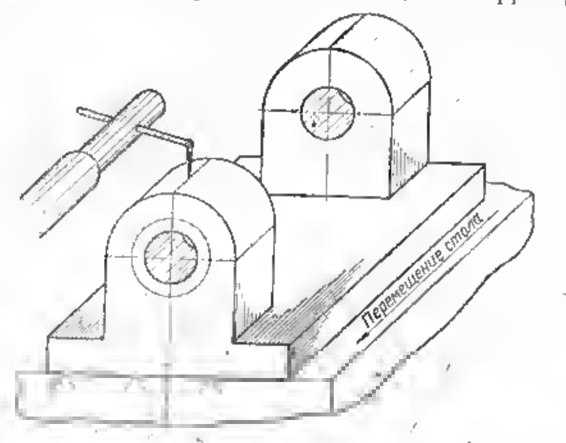
После выбора способа установки детали положение детали должно быть выверено относительно направлений рабочих движений шпинделя, стола и колонны. От точности такой выверки зависит точность взаимного расположения обработанных плоскостей и осей расточенных отверстий. Существует много различных приемов выверки, но большей частью эти приемы сводятся к проверке на параллельность и перпендикулярность базовой поверхности или риски относительно оси шпинделя.

Детали, имеющие две взаимно перпендикулярные плоскости и устанавливаемые на столе или на мерных подкладках с досылкой до упоров или предварительно установленных угольников, никакой дополнительной выверки не требуют. Исключение может быть только в том случае, если при закреплении детали возможна ее деформация или смещение. Установка цилиндрических деталей в жесткие, предварительно выверенные призмы с базой на цилиндрические шейки производится также без выверки. При установке на регулируемые призмы обязательна выверка по центровым разметочным рискам, расположенным под углом 90°.

Проверка установки детали на ее параллельность поверхности стола оказывается необходимой только в том случае, если деталь устанавливается на стол или на подкладки необработанной поверхностью. Для этого острием чертилки рейсмуса касаются обработанной поверхности в одной угловой точке и, не меняя высоты острия чертилки, перемещают рейсмус по столу. Если в остальных трех угловых точках острие чертилки также косиется поверхности, значит деталь установлена правильно. Если же в некоторых точках между острием чертилки и поверхностью детали будет просвет, то в этом месте деталь следует приподнять путем подклинивания. Точность такой выверки лежит в пределах 0,2—0,3 *мм*. Более точная выверка детали производится по индикатору.

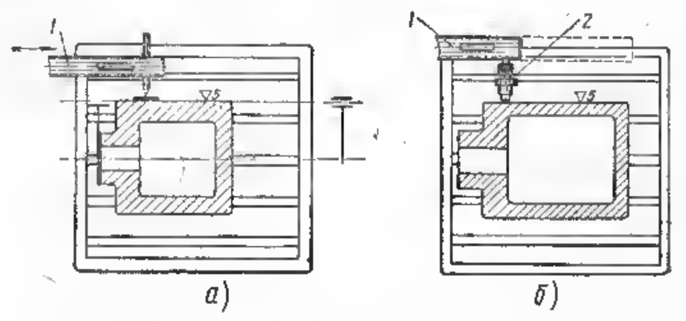
Проверка параллельности по отношению к оси шпинделя может производиться по разметочным рискам или по боковой базовой поверхности. При проверке по разметочным рискам (фиг. 64) в шпиндель станка вставляется оправка с чертилкой. Острие чертилки настраивается по риске, а столу или колонне сообщается продольное перемещение. Если острие чертилки

отойдет от риски, то непараллельность установки исправляется разворотом детали на столе или поворотом стола. Если же установка детали на станок производится с целью фрезерования ее



Фиг. 64. Выверка на параллельность осей шпинделя и растачиваемого отверстия по разметочным рискам.

поверхности, перпендикулярной базе, или же с целью расточки отверстия, параллельного базе, то выверка ведется по обработанной боковой базовой поверхности.



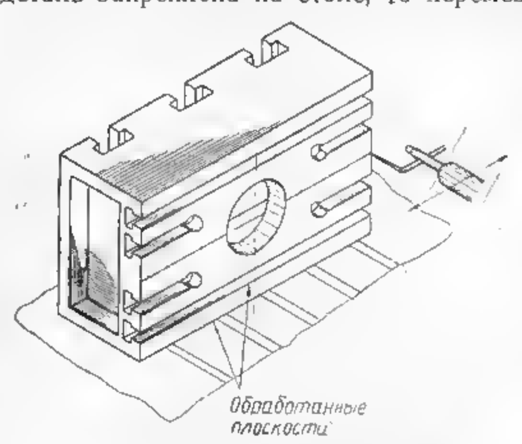
Фиг. 65. Выверка на параллельность осей по боковой базовой поверхности:
1 — шпиндель; 2 — штихмас.

В зависимости от требуемой точности выверка на параллельность может производиться разными способами.

Для грубой выверки в шпиндель станка вставляется оправка с чертилкой, острие которой касается плитки (фиг. 65, *а*), приложенной к базовой поверхности. Затем шпиндель перемещают

вдоль базовой поверхности и щупом проверяют зазор между острием чертилки и плиткой. Разворотом детали на величину зазора исправляют непараллельность установки.

Более точная выверка производится с помощью индикатора, штихмаса или концевых мер длины. При проверке закрепленным в оправке индикатором его измерительный стержень прижимается к базовой поверхности с некоторым предварительным натягом. По разности показаний индикатора в двух его крайних положениях определяют величину отклонения от параллельности. Если деталь закреплена на столе, то перемещать нужно не шпиндель, а деталь вместе со столом. В последнем случае выверка будет точнее, так как исключается возможный поворот шпинделя вместе с индикатором вследствие непараллельности шпоночных пазов шпинделя. Направление перемещения стола при такой выверке должно быть таким же, как и при обработке детали. Выверка детали с помощью штихмаса или концевых мер длины (фиг. 65, *б*) ведется измерением расстояний между базовой поверхностью и поверхностью выдвинутого шпинделя.

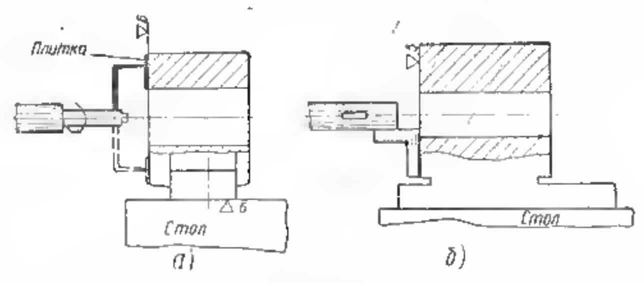


Фиг. 66. Выверка на перпендикулярность к оси шпинделя по разметочной риске.

В первом случае отсчет ведется по микрометрической головке штихмаса, а во втором — по величине зазора, измеряемого щупом между концевой мерой и поверхностью шпинделя.

Проверка перпендикулярности базовой поверхности относительно оси шпинделя может производиться чертилкой, индикатором или угольником. Проверка чертилкой, установленной в оправке, закрепленной в свою очередь в шпинделе станка, производится по разметочным рискам или по обработанной базовой поверхности. При выверке по разметке (фиг. 66) острие чертилки устанавливается на риску, а столу или колонке сообщается поперечное перемещение. Если же в процессе перемещения острие чертилки отойдет от риски, то смещением детали добиваются возвращения риски к острию чертилки. Выверка считается законченной, если при движении стола или колонны острие чертилки пройдет без отклонений по всей длине риски.

Для выверки установки небольших деталей на перпендикулярность их поверхности к оси шпинделя (фиг. 67, *а*) достаточно проверить перпендикулярность касанием острия чертилки в нескольких точках путем поворота шпинделя. Зазор между поверхностью и острием чертилки проверяется при поворотах шпинделя на 0, 90, 180 и 270°. Проверка величины отклонений от перпендикулярности ведется с помощью щупа и концевой меры длины, что исключает изгиб чертилки и возможность ошибки в измерениях. Нужно сказать, что при установке крупных деталей такой способ желаемых результатов не дает, так как незначительные отклонения в средине детали могут оказаться недопустимыми по ее концам. В этом случае следует перемещать чертилку вдоль всей базовой поверхности. Описанный способ выверки дает точ-



Фиг. 67. Выверка на перпендикулярность осей по обработанной поверхности.

ность установки детали в пределах 0,3—0,5 *мм*. При необходимости более точной выверки (с точностью 0,03—0,4 *мм*) проверка ведется по индикатору, устанавливаемому в оправку вместо чертилки. Точная и быстрая выверка может быть осуществлена с помощью контрольного угольника (фиг. 67, *б*), одна из плоскостей которого касается обработанной базовой поверхности, а другая — поверхности шпинделя.

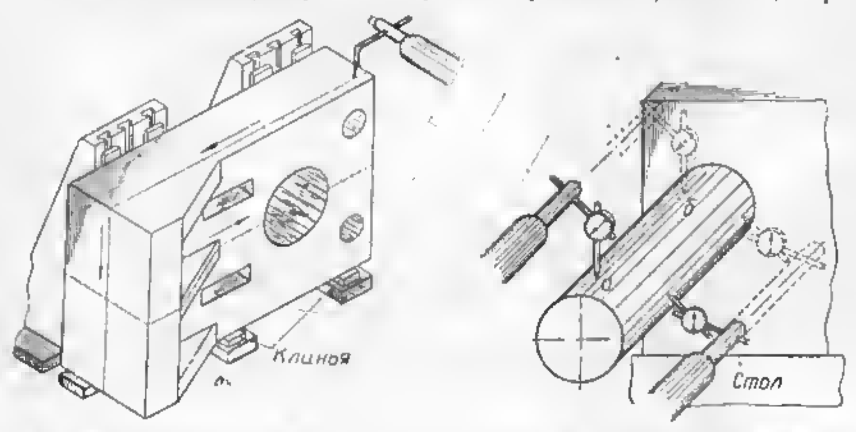
При выверке детали на перпендикулярность нужно следить за вертикальностью положения базы. При проверке методом «перекидки» острия чертилки, закрепленной в шпинделе, отклонения от вертикального положения детали исключаются. Данная проверка отпадает также и в том случае, если деталь установлена обработанной базовой поверхностью на стол или плиту.

Установка на необработанные поверхности (фиг. 68) требует, чтобы выверка производилась по трем плоскостям на перпендикулярность, параллельность и вертикальность.

Высокой точности выверки требует деталь, устанавливаемая на расточный станок, если она уже имеет отверстие, расточенное на предыдущей операции. Если упомянутое отверстие точно свя-

зано координатами с вновь растачиваемым отверстием (например, параллельностью осей), то выверка при установке производится не по опорным и боковым поверхностям детали, а непосредственно по оси ранее обработанного отверстия.

Проверка параллельности осей шпинделя и расточенного отверстия (фиг. 69) производится контрольным валиком, установленным в отверстии, и индикатором, закрепленным в оправке, которая вставлена в шпиндель. Для проверки горизонтальности оси валика стержень индикатора подводят к верхней точке *а* и поперечным перемещением стола определяют наибольшее отклонение индикатора (наивысшую точку валика). Затем, пере-



Фиг. 68. Выверка детали по необработанным поверхностям в трех направлениях.

Фиг. 69. Выверка параллельности оси шпинделя и оси расточенного отверстия с помощью контрольного валика и индикаторов.

местив стол в продольном направлении, определяют показание индикатора в точке *б*. Если показания индикатора в обеих точках совпадают, то, следовательно, ось валика расположена горизонтально. В противном случае с помощью прокладок регулируют установку детали и добиваются совпадения показаний индикатора как в одной, так и в другой точке.

Для проверки параллельности осей шпинделя и отверстия в горизонтальной плоскости стержень индикатора упирают в боковую поверхность валика. Смещением шпиндельной бабки определяют наивысшее положение точек, а продольным перемещением стола — величину непараллельности по изменению показаний индикатора. Если изменения в величине показаний индикатора значительны, то неточность исправляется поворотом детали или стола.

При обработке деталей в приспособлениях процесс выверки детали, как правило, исключается, причем все же рекомендуется произвести контрольную проверку правильности установки приспособления.

41. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Успешное выполнение расточной операции зависит не только от правильной установки детали, но и от надлежащего закрепления ее на станке. Под действием усилий, возникающих в процессе резания, ненадежно закрепленная деталь может во время обработки сместиться, что приведет к перекосу ее осей и поверхностей, к поломке режущего инструмента и к несчастным случаям.

Закрепляя деталь, необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. У применяемых для крепления детали болтов и гаек резьба не должна быть изношенной, а грани гаек не должны быть смятыми.

2. Гайки должны опираться на ровную и чистую шайбу, не допускающую поворота крепежной планки при зажиме.

3. Размер зева зажимных ключей должен соответствовать расстоянию между противоположными гранями гайки.

4. Длина болтов должна быть достаточной для размещения над планкой шайбы и гайки. При излишней длине болта запрещается заполнять свободное место по длине резьбы кольцами и втулками, так как крепление такими болтами уменьшает жесткость соединения.

5. Болты в пазах следует размещать как можно ближе к месту зажима планкой, а не к ее опоре.

6. Затяжку зажимных болтов следует производить поочередно с противоположных сторон детали, но не по кругу.

7. Производить зажим детали разрешается только за поверхности, имеющие опоры.

8. Высота подставки под второй конец планки не должна быть больше высоты закрепляемого места детали; не допускается набор планок или подставок пакетами.

9. Для большей устойчивости высоких деталей необходимо пользоваться распорками, располагая их со стороны, противоположной направлению силы подачи и радиальной силы. Так же следует располагать и упоры.

10. При установке детали на бруски и угольники необходимо предусматривать их независимое крепление.

11. Зажимы и упоры следует располагать по возможности у мест обработки.

12. Действие зажимных сил не должно вызывать искажения формы детали.

Для закрепления деталей в мелкосерийном и индивидуальном производстве широко применяются нормализованные планки, прихваты, подставки (домкраты, распорки) и болты разных размеров и конструкций.

42. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ИЗМЕРЕНИЯ

Для проверки размеров обрабатываемых деталей расточники пользуются различными измерительными инструментами. Чем точнее выполняется обрабатываемый размер, тем точнее должны быть измерительные инструменты. Однако это совершенно не значит, что от начала и до конца обработки все время следует производить измерения одинаково точным инструментом. В грубых обдирочных проходах следует пользоваться более грубыми измерительными инструментами и, наоборот, для чистовых проходов следует применять более точные и чувствительные инструменты.

Что же следует понимать под точностью измерительных инструментов? Разность между действительным размером, который имеет деталь, и размером, полученным при измерении, называется погрешностью измерения. Чем большие погрешности измерения даст тот или иной инструмент, тем меньшей точностью он обладает. Правда, погрешности измерения зависят не только от погрешности показаний самого измерительного инструмента. Они также зависят от некоторых других обстоятельств, в том числе, от температуры, при которой производились измерения, и от квалификации рабочего, производившего замер. В машиностроении производятся измерения и проверка величин линейных размеров, углов и формы поверхностей.

Рассмотрим конструкции измерительных инструментов, применяемых при обработке деталей на расточных станках.

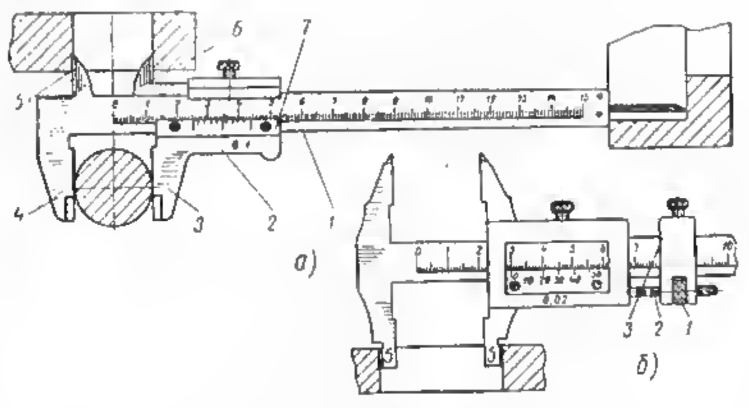
Штангенциркуль (фиг. 70) применяется для измерения наружных и внутренних линейных и диаметральных размеров, в том числе и для измерения глубины (фиг. 70, *а*) расточенных или просверленных отверстий. Штангенциркули изготовляются с отсчетом по нониусу 0,1; 0,05; 0,02 *мм*. На фиг. 72, *а* изображен штангенциркуль с ценой делений 0,1 *мм*. Он состоит из штанги *1* с измерительными губками *4* и *5*. На штанге нанесены деления. Две другие измерительные губки *3* и *6* изготовлены вместе с рамкой *2*, которая передвигается по штанге. К рамке привернута планка *7* с делениями, называемая нониусом. Величина отсчета по нониусу равняется частному от деления расстояния между двумя соседними штрихами основной шкалы на штанге на соответствующее расстояние на шкале нониуса. Так, например, у штангенциркуля с десятью делениями на шкале нониуса цена одного деления (величина отсчета) равна $\frac{1}{10} = 0{,}1$ *мм*, у нониуса

с 20 делениями $\frac{1}{20} = 0{,}05$ *мм* и, наконец, у нониуса с 50 делениями $\frac{1}{50} = 0{,}02$ *мм*.

При сомкнутых губках штангенциркуля нулевой штрих на штанге совпадает с нулевым штрихом нониуса. Отсчет измерений производят в следующем порядке:

а) определяют целое число миллиметров, заключенных между нулевым штрихом измерительной шкалы штанги и нулевым штрихом нониуса;

б) определяют, какой порядковый номер штриха нониуса совпал с любым штрихом на измерительной шкале штанги;



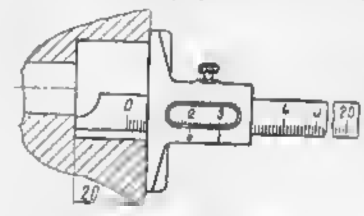
Фиг. 70. Штангенциркуль:
а — с отсчетом по нониусу 0,1 *мм*; *б* — с отсчетом по нониусу 0,02 *мм*.

в) суммируют целое число миллиметров, отсчитанных на измерительной шкале штанги и дробное число, отсчитанное по нониусу.

Поясним сказанное примером: при измерении детали нулевой штрих нониуса остановился между делениями 60 и 61 измерительной шкалы штанги, а шестой штрих нониуса (не считая нулевого) совпал с каким-то любым штрихом шкалы штанги. Следовательно, окончательный размер будет равен $60 + 6 \cdot 0{,}1 = 60{,}6$ *мм*. Если этот же размер измерить штангенциркулем с величиной отсчета по нониусу 0,05 *мм*, то со штрихом измерительной шкалы совпадает 12 штрих нониуса и окончательный размер будет равен $60 + 12 \cdot 0{,}05 = 60{,}6$. Соответственно при измерении этого размера штангенциркулем с отсчетом 0,02 *мм* нулевой штрих нониуса по-прежнему будет находиться между делениями 60 и 61 измерительной шкалы штанги, но с любым штрихом этой шкалы уже совпадает 30 штрих нониуса (не считая нулевого),

т. е. размер будет равен $60 + 30 \cdot 0{,}02 = 60{,}6$ *мм*. Размер детали, равный 60,04 *мм*, можно определить только штангенциркулем с величиной отсчета по нониусу 0,02 *мм*.

Устройство штангенциркулей с отсчетом по нониусу 0,05 *мм* и 0,02 *мм* (фиг. 70, *б*) отличается от предыдущего штангенциркуля тем, что в данной конструкции имеется дополнительно гайка *1* и микрометрический винт *2*. Зажав стопорным винтом на штанге хомутик *3* и вращая гайку, заставляют перемещаться винт, связанный с рамкой. Такие штангенциркули не имеют специальных губок для измерения отверстий. Измерения производятся теми же губками, которыми измеряются и наружные размеры, но только не внутренней, а наружной стороной губок *5*. При определении величины внутреннего размера учитывается толщина обеих ножек. У новых штангенциркулей она обычно бывает равной 10 *мм*, а у бывших в употреблении толщина каждой ножки маркируется на самой ножке и отмечается в паспорте.



Фиг. 71. Штангенглубиномер.

Прежде чем пользоваться инструментом, необходимо обязательно сверить его данные с данными, указанными в паспорте инструмента. Производя измерения, следует следить за тем, чтобы губки штангенциркуля входили на деталь без перекоса с легким трением.

Измерения отверстий должны производиться в двух взаимно перпендикулярных сечениях, так как возможна эллиптичность измеряемого отверстия.

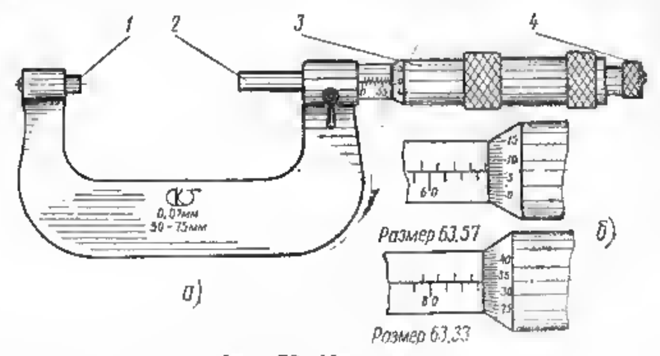
Измерение глубины отверстий профрезерованных пазов можно произвести штангенглубиномером (фиг. 71), изготовляемым с отсчетом по нониусу 0,02 и 0,05 *мм*. При измерении таким инструментом следует следить за тем, чтобы его измерительные плоскости были плотно прижаты к измеряемой поверхности. По устройству и технике отсчета размеров штангенглубиномер очень похож на штангенциркуль.

Для точного измерения высоты и расстояний между осями расточенных отверстий, а также для точной установки деталей на столе станка и установки шпинделя на заданную высоту относительно поверхности стола применяются штангенрейсмусы. Штангенрейсмус состоит из опорной плиты, в которую вмонтирована штанга с делениями. По штанге перемещается микрометрическое устройство, состоящее из рамки с хомутиком. Для различных случаев измерения и установки в комплект штангенрейсмуса входят съемные ножки. Отсчет величины измерения размеров производится так же, как у штангенциркуля.

Микрометры. Для более точных измерений наружных диамет-

ров и межцентровых расстояний применяются микрометры (фиг. 72), имеющие точность отсчета, равную 0,01 *мм*. Микрометры изготовляются для измерения размеров от 0 до 300 *мм* с пределом измерений 25 *мм* (от 0 до 25; от 25 до 50; от 50 до 75 и т. д.) и для измерения размеров от 300 до 1000 *мм* с пределом измерений 100 *мм*. Первый тип микрометров имеет пятку, запрессованную в скобу, а микрометры второго типа вместо пятки снабжены подвижной измерительной поверхностью и соединенным с нею индикатором.

Измеряемая деталь помещается между пяткой *1* и микрометрическим винтом *2*. Вращением барабана *3* микрометрический винт приближается или удаляется по отношению к поверхности

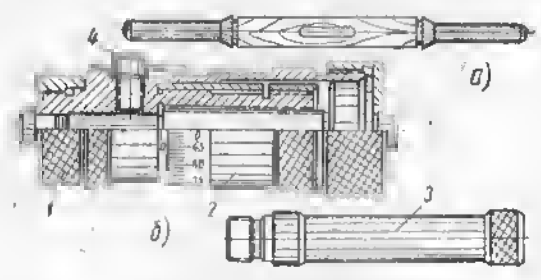


Фиг. 72. Микрометр:
а — внешний вид; *б* — отсчеты по нониусу.

детали. Чтобы ограничить силу нажима измерительной поверхности на измеряемую деталь, в конструкции предусмотрена предохранительная головка *4* с трещоткой. Окончательный размер при измерении устанавливается только поворотом этой головки. На стебле микрометра, неподвижно соединенном со скобой, имеется продольная риска, на которой в два ряда нанесены штрихи, причем один ряд штрихов показывает целые миллиметры, а другой полумиллиметры. На скошенной части барабана по окружности нанесено пятьдесят делений нониуса, отмеченные через каждые пять делений цифрами. При нулевом положении, т. е. при соприкосновении пятки с микрометрическим винтом, нулевой штрих нониуса совпадает с нулевой риской на стебле. Шаг микрометрического винта микрометра равен 0,5 *мм*. Следовательно, за один оборот барабана микрометрический винт отойдет от поверхности детали или же приблизится к ней на величину, равную 0,5 *мм*, а при повороте на одно деление переместится на $\frac{1}{50}$ шага винта, т. е. на длину, равную $\frac{1}{50} \cdot 0{,}5 = 0{,}01$ *мм*. Эта вели-

чина и называется ценой деления нониуса или точностью отсчета микрометра.

Итак, чтобы прочитать размер, сначала определяют, сколько целых миллиметров или целых с половиной миллиметров открыл скошенный край барабана, а затем смотрят, какое деление нониуса на барабане совпало с продольной риской на стебле. Суммированием этих двух показаний получают окончательный размер. Поясним сказанное. Предположим, что барабан открыл деление, равное 63 *мм*, а против продольной риски остановился 33-й штрих нониуса. Следовательно, размер будет равен $63 + 33 \cdot 0{,}01 = 63{,}33$ *мм*. Рассмотрим второй пример. Барабан открыл штрих 63,5 *мм*, а против продольной риски остановился 7-й штрих нониуса. В этом случае окончательный размер будет равен $63{,}5+7 \cdot 0{,}01 = 63{,}57$ *мм*.



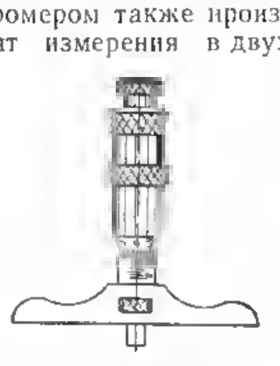
Фиг. 73. Штихмасы:
а — жесткий; *б* — микрометрический.

При измерении микрометром следует иметь в виду, что он обладает очень большой чувствительностью и поэтому требует особо бережного отношения. Необходимо содержать в чистоте измерительные поверхности микрометра, предохранять его от ударов и температурных влияний, прекращать подачу барабана, как только руке передался легкий толчок от соприкосновения с измеряемой поверхностью, и дальнейшую установку на размер вести вращением предохранительной головки с трещоткой. Прежде чем воспользоваться микрометром, его нужно проверить и при необходимости настроить. Для этого у микрометров с интервалом от 0 до 25 подводят микрометрический винт до соприкосновения с пяткой и следят за тем, чтобы нулевой штрих нониуса и риска шкалы на стебле совпали. У остальных микрометров эта проверка производится с помощью установочной меры, выполненной в виде цилиндра с точным расстоянием между его торцовыми поверхностями. В футляре для хранения микрометров такая мера всегда имеется.

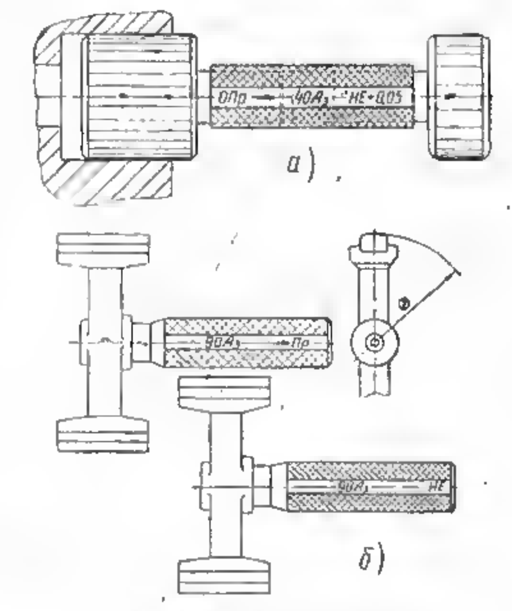
Микрометрический нутромер или штихмас (фиг. 73, *б*) состоит из микрометрической головки *2*, наконечника *1* и набора удлинителей *3*. Применяется штихмас для измерения диаметров расточенных отверстий в пределах от 50 до 500 *мм* и от 150 до 4000 *мм* с точностью отсчета до 0,01 *мм*. Микрометрическое устройство и способы отсчета у нутромеров такие же, как и у обычных микрометров. Удлинители нутромера соединяются друг

с другом при помощи резьбы. Поэтому следует смотреть за тем, чтобы торцы удлинителей плотно соприкасались, причем эта плотность достигается только при легком осевом нажиме одного удлинителя на другой.

Перед измерением отверстий следует составить набор удлинителей на нужный размер с учетом длины микрометрической головки и величины перемещения микрометрического винта (обычно 13 *мм*). Собранный таким образом нутромер устанавливают грубо на размер и вводят в отверстие. Перемещением микрометрического винта и легким покачиванием нутромера его устанавливают на окончательный размер и зажимают стопорный винт *4*. Подобно микрометру нутромером также производят измерения в двух



Фиг. 74. Микрометрический глубиномер.



Фиг. 75. Калибры-пробки:
а — двусторонняя полная пробка; *б* — комплект неполных пробок.

взаимно перпендикулярных направлениях, чтобы убедиться в отсутствии отклонений от правильной геометрической формы отверстия. Широко применяется при проверке размеров расточенных отверстий также жесткий штихмас (фиг. 73, *а*).

Измерение глубины отверстий с точностью до 0,01 *мм* производят микрометрическим глубиномером (фиг. 74). Для увеличения диапазона измерений микрометрический глубиномер имеет съемные вставки.

Предельные калибры. Измерение диаметров отверстий и валов рассмотренными выше универсальными инструментами занимает очень много времени и требует большого навыка в измерениях. Более просто и надежно контроль расточенных отверстий можно производить полными или неполными предельными калибрами-

пробками. Для контроля отверстий диаметром до 100 *мм* применяются двусторонние калибры-пробки (фиг. 75, *а*). Диаметр более длинного измерительного цилиндра такого калибра выполнен по наименьшему предельному размеру (проходная сторона), а диаметр более короткого цилиндра — по наибольшему предельному размеру (непроходная сторона). Для проверки отверстий диаметром свыше 50 *мм* применяются неполные калибры-пробки (фиг. 75, *б*), причем их проходная и непроходная стороны имеют самостоятельные рукоятки.

При проверке отверстий калибрами-пробками проходной калибр должен входить в отверстие, а непроходной калибр не должен в него входить. Перед проверкой калибром у входа в отверстие детали необходимо снять фаску, так как металлические заусенцы на поверхности детали могут не пропустить калибр, что часто вводит малоопытных рабочих в заблуждение, они снимают дополнительную стружку и в результате проваливают размер детали. Если в процессе расточки видно, что калибр уже начинает входить в отверстие («закусывает»), то следует сделать еще один проход резцом без подачи на глубину, так как может оказаться, что при предыдущем проходе резец был отжат от поверхности радиальной силой.

При контроле отверстий неполными калибрами-пробками проверка должна вестись в двух взаимно перпендикулярных направлениях, так как отверстие может быть эллиптическим. Следует напомнить, что контроль калибрами, как и измерения другими измерительными инструментами, нельзя проводить при сильном нагреве детали.

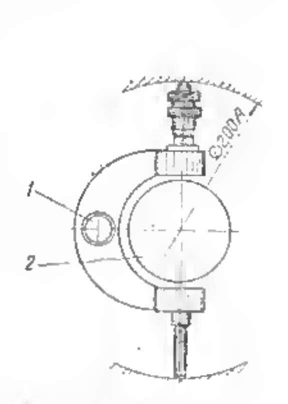
В случае расточки отверстий с помощью расточных штанг пользоваться обычными калибрами-пробками нельзя, поэтому измерения производят микрометрическими н у т р о м е р а м и, вводимыми в специальные сквозные отверстия в штанге.

Иногда применяют универсальные или жесткие нутромеры, выполненные в виде скоб. Для измерения отверстий существует несколько конструкций специальных универсальных устройств в виде скоб. Самая простая конструкция такого устройства (фиг. 76) представляет собой металлическую скобу с приваренными планками, в которых выполнены отверстия для установки измерительных наконечников или головок от обычного микрометрического нутромера. В данной конструкции допускается также установка индикаторного устройства.

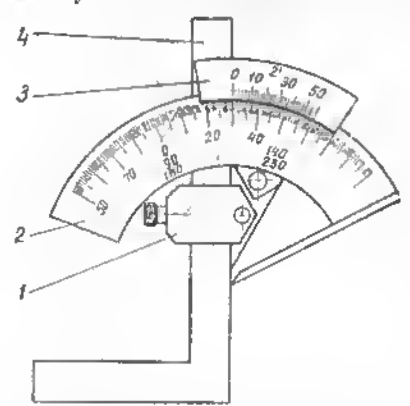
Плоскопараллельные концевые меры длины представляют собой стальные закаленные плитки, изготовленные с большой точностью и имеющие различную толщину. Меры изготовляются наборами и применяются для настройки и контроля измерительных инструментов, а также при измерении расстояний между осями расточенных отверстий. Комплектация наборов различна,

но чаще всего в наборы входят плитки толщиной: 0,5; 1,0; 1,005; от 1,01 до 1,50 через каждую сотую часть миллиметра; от 1,5 до 1,9 через каждую десятую миллиметра; от 2,0 до 10 *мм* через каждые 0,5 *мм* и от 10 до 100 через каждые 10 *мм*. Поэтому можно из нескольких плиток составить блок концевых мер длины любого размера с точностью до 0,005 *мм*. Так, например, для проверки межцентрового расстояния с размером 88,255 можно взять плитки 50 + 30 + 1,2 + 1,05 + 1,005 + 5 = 88,255 *мм*.

Универсальный угломер (фиг. 77) предназначен для измерения углов с отсчетом действительного размера угла в градусах по угловой шкале и минут по нониусной шкале. Точность отсчета



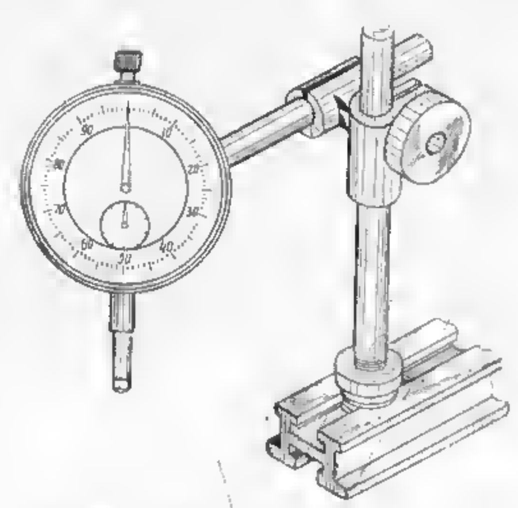
Фиг. 76. Специальный штихмас:
1 — ручка; *2* — штанга.



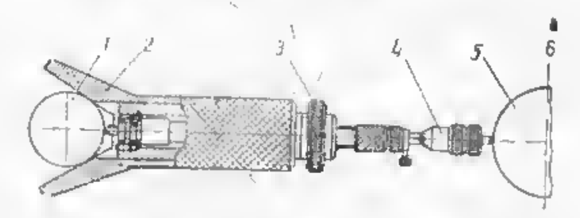
Фиг. 77. Универсальный угломер.

составляет 2 минуты. Универсальный угломер состоит из основания *2*, на котором нанесена основная градусная шкала, и сектора *3* с нанесенным на его поверхности нониусом. Сектор может перемещаться по основанию. Для крепления к сектору угольника *4* служит хомутик *1*.

Индикатор (фиг. 78) представляет собой измерительный прибор, применяемый для определения величины отклонений от размеров деталей и для контроля правильности установки деталей на станке. Особенно удобно проверять индикатором величину биения шпинделей, оправок и различные отклонения от геометрической точности отдельных подвижных узлов станка. Индикатор состоит из корпуса с циферблатом. В корпусе находится механизм, с которым связан подвижной измерительный штифт индикатора, имеющий наконечник. Измерительный штифт индикатора всегда находится под воздействием пружины. Если нажать на наконечник, то пружина будет сжиматься и штифт посредством зубчатого реечного механизма передает движение стрелке,

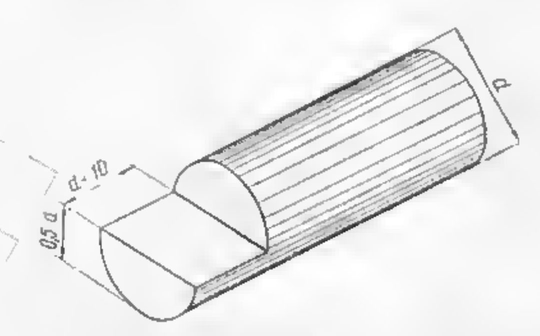


Фиг. 78. Индикатор со стойкой.



Фиг. 79. Микрометрический прибор для измерения межосевых расстояний:

1 и 5 — контрольные валики; 2 — втулка с призмой; 3 — ограничительная гайка; 4 — головка штихмаса.



Фиг. 80. Контрольный валик для проверки перпендикулярности отверстий.

которая передвинется по циферблату и покажет величину перемещения стержня. Каждое деление циферблата равно 0,01 *мм*.

Контрольные валики. Среди измерений в практике расточника большое место занимает контроль таких геометрических элементов, как соосность и взаимная параллельность осей расточенных отверстий, параллельность осей основным базам, их взаимная перпендикулярность, расстояния между осями отверстий и, наконец, расстояния от осей до основных баз. Измерение всех этих элементов производится по контрольным валикам, вставленным в проверяемые отверстия или (при большом диаметре) в промежуточную втулку. Контрольные валики представляют собой термически обработанные сплошные или пустотелые детали цилиндрической формы, изготовленные по посадке С.

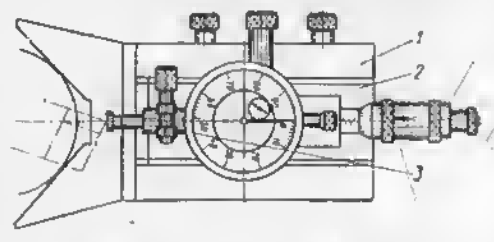
Для проверки соосности в отверстия детали вставляют контрольные валики со втулками или без них. Затем микрометрическим нутромером или штангенрейсмусом измеряют расстояния от стола или от контрольной плиты до валиков. По показаниям инструментов для различных отверстий определяют отклонения от соосности. Проверка параллельности осей расточенных отверстий и проверка межцентрового расстояния также производится по валикам. Расстояние между валиками измеряется микрометром, микрометрическим нутромером или блоками концевых мер длины. Если по всей длине валика инструменты показывают отклонения в пределах допускаемой величины, то параллельность осей считается выдержанной.

Этим же способом измеряется и межцентровое расстояние. Расстояние отверстий от основных баз также проверяется по валикам путем определения их положения относительно плиты или стола станка с помощью описанных выше инструментов. Измерение таких расстояний значительно облегчается использованием специальных микрометрических и индикаторных приборов (фиг. 79). Микрометрический прибор состоит из обычного штихмаса, вмонтированного во втулку с призмой. Призма *2* прибора, помещенная на один из валиков *1* и *5*, сразу устанавливает ножку штихмаса по оси валика. Затем, вращая барабан *4* микрометрической головки, расположенной у поверхности второго валика, производят окончательное измерение. Преимущество измерений таким прибором состоит в том, что, работая обычным штихмасом, рабочий должен все время держать его у обоих валиков на весу, но так как измерительные поверхности штихмаса чрезвычайно малы, то он все время соскальзывает с образующей валика. С помощью прибора эти недостатки устраняются, и измерения никаких трудностей не представляют.

Для проверки перпендикулярности двух отверстий обычно изготовляют два валика (фиг. 80), у которых измерительные

концы срезаны до половины окружности. После установки валиков в отверстия щупом проверяется зазор между срезанными поверхностями.

Индикаторный нутромер применяется для проверки отверстий диаметров от 6 до 1000 *мм* с точностью в пределах 0,01 *мм*. Его предварительно устанавливают по калибру-кольцу при наименьшем показании индикатора, а затем нулевую риску шкалы индикатора устанавливают против стрелки. Настроенный таким способом нутромер вводят в отверстие и легким покачиванием определяют отклонение диаметра отверстия от заданной величины. Если диаметр отверстия больше допускаемого размера, стрелка переместится влево от нулевой риски, если меньше — вправо.



Фиг. 81. Индикаторный прибор для точной установки резцов.

Для точной установки резцов в расточную штангу применяют специальный **индикаторный прибор** (фиг. 81), состоящий из призмы *1*, каретки *2* с микрометрической головкой и ползуна *3* с индикатром. Настройка прибора ведется по эталону. Затем прибор устанавливают на штангу или оправку и определяют положение выставленного резца относительно центра вращения режущего инструмента. Отклонение индикатора покажет, насколько больше или меньше выставлен резец из оправки.

Для приведения к соосности шпинделя и люнета задней стойки пользуются **оптическим прибором** ППС-7. Прибор состоит из визирной трубы и коллиматора. Визирная труба устанавливается во втулке люнета задней стойки, а коллиматор в коническое отверстие расточного шпинделя. Лампочка коллиматора подсоединяется к сети напряжением 12 *в*. Ось трубы и коллиматора предварительно настраивается с точностью 10—15 *мм*. Точность настройки проверяется по совпадению сетки трубы с сеткой коллиматора. Возможная точность наблюдения соосности равна 0,02 *мм* на длине 1 *м* и 0,06 *мм* на длине 6 *м*.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. В чем состоят особенности и основные принципы установки деталей на расточных станках?
2. Как производится установка цилиндрических деталей?
3. Как осуществляется установка деталей с базой на упоры или угольники?
4. Какие вам известны способы установки деталей на столе расточного станка?

5. Как производится выверка деталей на параллельность плоскости стола?

6. Как выверяются поверхности установленной детали на перпендикулярность к оси шпинделя?

7. Как проверяется вертикальное положение детали, установленной на станке?

8. Расскажите об устройстве штангенинструментов.

9. Расскажите об устройстве микрометрических инструментов (микрометра и микрометрического нутромера).

10. Что вам известно о назначении и конструкции калибров?

11. Как устроен угломер и как работает его нониус?

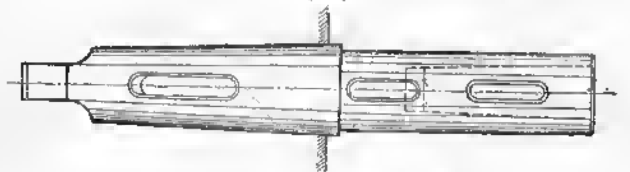
12. Как проверить расстояние между осями и их параллельность у двух расточенных отверстий?

ГЛАВА IX

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА РАСТОЧНЫХ СТАНКАХ

43. СВЕРЛЕНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ

Процесс сверления. Обработка отверстий в заготовках из целого металла начниается со сверления. Процесс сверления иа расточиых станках осуществляется нормальиыми и удлинениыми



Фиг. 82. Переходная удлиненная втулка.

спиральными сверлами диаметром до 80 *мм*. Сверленнем можио получить цилиндрические сквозные и глухие отверстия, выполиеиные по 5 классу точности и с чнстотой обработанной поверхности, достигающей 4 класса. Крепление сверл может производиться различиыми способами: непосредственно в шпиндель, в переходные нормальные или удлиненные втулки (фиг. 82) или в сверлильные патроны.

Сопряжение конусов шпинделя, режущего и вспомогательного инструментов должно быть плотным (без качки). Поэтому перед устаиовкой инструментов в шпиндель конусы должны быть чисто протерты. Не допускается соединение конусов, имеющих вмятины и зазубрины. Для уплотнеиия посадки инструмента в шпинделе разрешается производить легкие удары медными или свинцовыми выколотками по переднему торцу хвостовой части сверла. Съем сверл производится выбиванием их клииом через овальное окно шпинделя.

Отверстия, диаметр которых ие превышает 30 *мм*, а глубина двух диаметров, обычио обрабатываются одним сверлом. При

сверлении более глубоких отверстий последние для лучшего направления сверла вначале надсверливаются более коротким сверлом такого же диаметра. Во время сверления глубоких отверстий спиральным сверлом следует время от времени, не останавливая станка, выводить сверло из отверстия для удаления скопившейся в канавках стружки. Дело в том, что эта стружка вызывает большое трение, приводящее к заклиниванию сверла и его поломке.

Характерный металлический свист обычно сигнализирует о том, что сверло притупилось или его сильно увело в сторону. Следует немедленно прекратить подачу, и не останавливая вращения шпинделя, вывести сверло из отверстия для выяснения причины, вызвавшей звук. Если по какой-либо причине сверление приостанавливается, сверло должно быть выведено из отверстия.

Если конструкция детали допускает, что осуществлять подачу всегда следует за счет перемещения стола, так как в этом случае уменьшается вылет шпинделя, а следовательно, уменьшается и увод отверстия в сторону от его оси. Подводить сверло к поверхности детали и начинать процесс сверления нужно вручную. Работать на ручной подаче следует до тех пор, пока режущие кромки не скроются в отверстии, после чего можно включить механическую подачу. При сквозном сверлении окончательный выход сверла из отверстия должен производиться с плавной ручной подачей, иначе инструмент может сломаться или могут выкрошиться его режущие кромки.

Режимы резания при сверлении. Правильный выбор скорости резания и подачи существенно влияет на производительность процесса сверления. Величина подачи при сверлении зависит от свойств обрабатываемого материала, диаметра и глубины сверления, геометрии и материала режущего инструмента. В зависимости от технологических условий обработки подачи по величине делятся на три группы.

Подачи I группы применяются при сверлении глухих отверстий со свободными диаметральными размерами и чистотой поверхности не выше 3 класса, а также при сверлении отверстий 5 класса точности с такими же требованиями к чистоте обработанной поверхности. Подачами I группы также следует пользоваться при вскрытии отверстий под рассверливание или под последующую обработку набором инструментов.

Для обработки сквозных отверстий во всех указанных выше случаях подачи выбираются по II группе. Эти же величины подач применяются при сверлении отверстий в нежестких и тонкостенных деталях под последующее рассверливание, растачивание или зенкерование с высокими требованиями к параллельности их осей, а также для сверления отверстий под резьбу и отверстий длиной от 2,5 до 6 диаметров сверла.

Таблица 27

Подачи и скорости резания при сверлении отверстий сверлами из быстрорежущей стали без охлаждения

Обрабатываемый материал	Группа подачи	Диаметр сверления в *мм*: 8		10		12		15		20		25		30	
		скорость резания *v* в *м/мин* и подача *s* в *мм/об*													
		s	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*
Сталь с $\sigma_в = 60 \div 70$ *кг/мм²*	I	0,15	23	0,20	21	0,20	22	0,25	20	0,30	18	0,30	18,7	0,35	17
	II	0,12	28	0,15	26	0,15	28	0,20	23	0,22	20	0,25	20,0	0,25	20
	III	0,075	28	0,08	28	0,10	29	0,15	29	0,15	30	0,17	27,8	0,19	27
Чугун $H_B = 180 \div 200$ *кг/мм²*	I	0,18	32	0,23	29	0,25	29	0,30	27	0,35	25	0,40	25	0,45	25
	II	0,12	35	0,17	35	0,20	33	0,22	32	0,25	31	0,30	29	0,32	27
	III	0,09	40	0,10	40	0,13	40	0,15	40	0,17	38	0,20	36	0,22	36

Примечание. Поправочные коэффициенты на измененные условия работы см. в табл. 29.

Таблица 28

Подачи и скорости резания при сверлении отверстий в сером чугуне с твердостью $H_B = 180 \div 200$ сверлами с пластинками твердого сплава ВК8 без охлаждения

Группа подачи	Диаметры сверления в *мм*: 20		22		26		30		35	
	скорость резания *v* в *м/мин* и подача *s* в *мм/об*									
	s	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*
I	0,9	44	0,90	46,3	1,00	41,5	1,1	34,6	1,15	36,8
II	0,40	66,4	0,45	65,4	0,50	58,9	0,55	48,8	0,60	50,8
III	0,25	84	0,30	80	0,30	76,1	0,35	61,2	0,40	62,5

Примечание. Поправочные коэффициенты на измененные условия работы см. в табл. 29.

Подачи III группы применяются при сверлении как глухих, так и сквозных отверстий в жестких деталях под последующее рассверливание, растачивание, зенкерование и черновое развертывание с высокими требованиями к параллельности осей, а также при сверлении под резьбу и при сверлении отверстий длиной от 6 до 10 диаметров сверла.

Величины подач и скоростей резания в зависимости от диаметра сверла при обработке стали с пределом прочности 60—70 *кг/мм²* и чугуна с твердостью по Бринеллю 120—180 *кг/мм²* быстрорежущими сверлами приведены в табл. 27. Данные для выбора подач и скоростей при обработке серого чугуна сверлами с пластинками твердых сплавов ВК8 приведены в табл. 28. При обработке стали с охлаждением табличные скорости резания следует умножать на коэффициент $K = 1{,}25$. Остальные поправочные коэффициенты на измененные условия работы даются в табл. 29. При выборе геометрии режущей части инструмента следует иметь в виду, что двойная заточка сверла позволяет увеличить скорости на 10—15%.

Таблица 29

Поправочные коэффициенты на скорость резания и подачу в зависимости от глубины обрабатываемого отверстия

Глубина сверления, зенкерования или развертывания . .	до 2,5 D	до 4 D	до 5 D	до 6 D	до 8 D	до 10 D	до 20 D
Поправочные коэффициенты на v и s . . .	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5	0,3

D — диаметр инструмента

Брак при сверлении и его предупреждение. Основные признаки брака при сверлении — увод сверла в сторону от заданного направления и разбивка диаметра обработанного отверстия. Увод возникает при неправильной заточке сверла, при чрезмерно большом вылете шпинделя и при неоднородной твердости детали или наличии раковин в металле. Разбивка диаметра отверстия — следствие неправильной заточки и ошибочного выбора геометрии сверла, большого биения шпинделя и неоднородности обрабатываемого материала. Часть названных причин брака может быть ликвидирована самим рабочим. Так, например, перед сверлением длинных отверстий следует дать направление коротким сверлом или путем расточки отверстия резцом на небольшую длину. Заточку сверл следует производить по шаблону, добиваясь равной

длины режущих кромок. Это резко уменьшит увод сверла. Производя сверление, следует по возможности работать подачей стола вместо подачи шпинделя, что позволяет уменьшить вылет шпинделя. Если в заготовке встречаются раковины или ее материал неоднороден по твердости, то полностью предотвратить увод сверла невозможно. Однако уменьшение величины подачи в этом случае несколько снижает опасность увода и опасность поломки инструмента.

Рассверливание. Рассверливание представляет собой разновидность сверления. Его применяют в тех случаях, когда требуется увеличить диаметр полученного отверстия с помощью сверла большего диаметра.

Чем больше диаметр сверла, тем длиннее его поперечная кромка, а следовательно, тем больше сила подачи и сила резания. Сверление отверстий диаметром более 30 *мм* производят двумя, а иногда и тремя сверлами. Если обработка ведется двумя сверлами, то в начале отверстия сверлят сверлом, имеющим диаметр 25 *мм*, а затем его рассверливают на нужный размер. При обработке тремя сверлами диаметр первого сверла должен быть равен 25 *мм*, второго — 40÷45 *мм*, а диаметр последнего зависит от окончательного диаметра отверстия.

Поперечная кромка последующего сверла при рассверливании участия в резании не принимает, что облегчает условия резания и дает возможность увеличить подачу в 1,5 раза по сравнению с подачей для сверла того же диаметра, но работающего в сплошном материале.

Режимы резания при рассверливании (подача и скорость) выбираются по табл. 30.

Зенкерование. Зенкерование применяется для окончательной обработки отверстий, размеры которых не точнее 4 класса и поверхности не чище 6 класса. Зенкеруются отверстия также и под последующее развертывание. Для обработки неточных отверстий диаметром до 65 *мм* зенкерование менее производительно, чем рассверливание, так как в последнем случае глубина резания может быть больше.

Одно из главных преимуществ зенкерования состоит в том, что этот процесс до некоторой степени выправляет положение оси просверленного отверстия. Особенно это становится заметным, когда обработка ведется с направляющей опорой для свободного конца зенкера (работа насадными зенкерами или в приспособлениях).

Геометрия зенкеров не стандартизована. Для обеспечения направления в конструкциях зенкеров предусматривается ленточка, ширина которой равна $f = 0{,}8 \div 2{,}0$ *мм*. Для повышения стойкости рекомендуется подточка этой ленточки на длине 1,5—2 *мм*.

Таблица 30

Подачи и скорости резания при рассверливании отверстий сверлами из быстрорежущей стали без охлаждения

Обрабатываемый материал	Группа подачи	Диаметр окончательного сверления в *мм*: 25; диаметр предварительного сверления в *мм*: 10; Скорость резания *v* в *м/мин* и подачи *s* в *мм/об*: *s*	25; 10: *v*	25; 15: *s*	25; 15: *v*	40; 15: *s*	40; 15: *v*	40; 20: *s*	40; 20: *v*	40; 30: *s*	40; 30: *v*	50; 20: *s*	50; 20: *v*	50; 30: *s*	50; 30: *v*
Сталь $\sigma_в = 60 \div 70$ *кг/мм²*	I	0,7	15	0,8	15	0,9	12,2	0.9	12,7	1,0	13,8	1,0	11,3	1.0	12.1
	II	0,5	16,5	0,5	18	0,7	13,8	0,7	14,4	0,7	16,5	0,7	13.5	0.7	14,5
	III	0,25	25	0,2	31	0,35	19,5	0.35	20	0,35	23	0,4	18	0,35	19,2
Чугун $H_B = 180 \div 200$ *кг/мм²*	I	0,8	21	0,9	21	1.0	19	1,0	19	1,1	20	1,1	17.9	1,1	18,7
	II	0,6	24	0,7	23	0,75	21	0,75	21	0,8	25	0,8	22	0,8	23
	III	0,4	28	0,4	29	0,5	25	0,5	25	0,5	27	0,5	25	0,5	26

Примечание. Поправочные коэффициенты на измененные условия работы см. в табл. 29.

Таблица 31

Подачи и скорости резания при зенкеровании отверстий зенкерами из быстрорежущей стали при работе без охлаждения

Обрабатываемый материал	Группа подачи	Диаметры отверстий в *мм*: 30; скорости резания *v* в *м/мин* и подача *s* в *мм/об*: *s*	30: *v*	35: *s*	35: *v*	40: *s*	40: *v*	45: *s*	45: *v*	50: *s*	50: *v*	60: *s*	60: *v*	80: *s*	80: *v*	100: *s*	100: *v*
Сталь $\sigma_в = 60 \div 70$ *кг/мм²*	I	0,8	18	0,30	16,5	1,00	11,5	1.1	10,9	1,2	9,8	1.3	9,2	1.4	8,0	1,6	8.0
	II	0.60	20,2	0,70	18.7	0,70	13,7	0,8	12,8	0.8	12,0	1.0	10.4	1.10	9,0	1,1	9,6
	III	0.40	25,5	0.50	22,5	0.50	16.8	0,60	14.8	0,60	13,9	0,7	12.5	0.8	10,2	0,8	11,2
Чугун $H_B = 180 \div 200$ *кг/мм²*	I	1.15	22	1.25	22	1,4	17,8	1,45	17.7	1,55	16,7	1,75	13.6	1,9	14,7	2,0	15,2
	II	0,9	25	1,0	24	1,0	20	1,1	19,7	1,20	18,5	1,30	17,8	1,4	16,7	1.5	16,9
	III	0,58	29	0,65	28	0,7	23	0,75	23	0,8	22	0,9	20,6	1,0	19,1	1,1	19,1

Примечание. Поправочные коэффициенты на измененные условия см. в табл. 29.

Практика работы зенкерами. Перед обработкой литых отверстий зенкером, с целью создания соответствующего направления для зенкера производят расточку резцом на длину 10—15 *мм*. Такая расточка дает более правильное положение оси обработанного отверстия. Если отверстие обрабатывается только зенкером, то его диаметр должен соответствовать окончательному диаметру отверстия. Если же обработке зенкером предшествовала расточка резцом, то под зенкерование оставляется припуск в пределах от 0,8 до 2 *мм* на диаметр. Зенкерование стали ведется с охлаждением.

Подачи при зенкеровании так же, как при сверлении, разделяются на три группы и выбираются по табл. 31 и 32.

Таблица 32

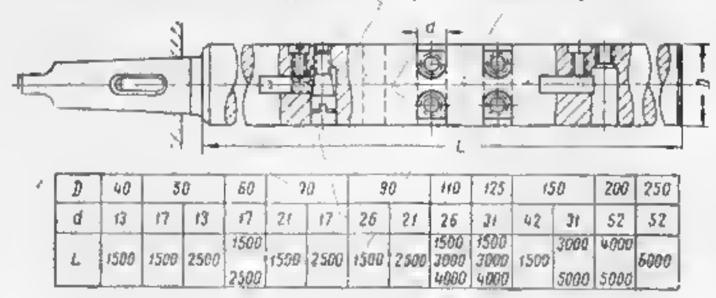
Подачи и скорости резания при зенкеровании отверстий в сером чугуне с твердостью $H_B = 180 \div 200$ *кг/мм²* зенкерами из твердого сплава марки ВК8 при работе без охлаждения

Группа подачи	Диаметры отверстий в *мм*									
	20		25		30		35		40	
	Скорость резания *v* в *м/мин* и подача *s* в *мм/об*									
	s	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*	*s*	*v*
I	1,0	50,0	1,0	52,4	1,2	52,0	1,4	46,8	1,6	46,8
II	0,6	63,5	0,7	61,7	0,8	62,5	1,0	54,6	1,0	57,7
III	0,40	75,8	0,5	71,7	0,6	71,1	0,7	64,3	0,7	68,1

Подачи I группы применяются при зенкеровании литых и кованых отверстий, выполняемых по свободным размерам и с чистотой поверхности не выше 3 класса; отверстий, обработанных сверлом или резцом под развертывание; и, наконец, при зенкеровании литых отверстий, подготовляемых для нарезания резьбы. В последнем случае после чернового зенкерования применяется расточка обычным или пластинчатым резцом. Подачи II группы применяются при зенкеровании литых и кованых отверстий с чистотой поверхности 4 класса для последующего развертывания одной или двумя развертками; отверстий 5 класса точности и отверстий, выполняемых под нарезание резьбы. Подачи III группы применяются при зенкеровании отверстий в деталях, обладающих малой жесткостью, с чистотой поверхности 4 класса под последующее черновое развертывание; отверстий, имеющих допуск на межцентровое расстояние в пределах 0,08 *мм* и на соосность — в пределах 0,05 *мм*; при обработке отверстий одним зенкером с малой глубиной резания.

44. РАСТАЧИВАНИЕ И РАЗВЕРТЫВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Растачивание отверстий производится с целью получения их окончательного размера или же с целью подготовки их под последующее зенкерование и развертывание. Растачивание отверстий на станках общего назначения, производимое в условиях достаточной жесткости станка, инструмента и детали, почти полностью обеспечивает прямолинейность оси обработанного отверстия, точность выполнения диаметральных размеров в пределах допусков 2 и 3 класса точности и, наконец, чистоту обработанной поверхности отверстия в пределах 6 класса. Растачивание ведется однолезвийными расточными резцами или же



D	40	50		60	70		90		110	125	150		200	250
d	13	17	13	17	21	17	26	21	26	31	42	31	52	52
L	1500	1500	2500	1500 2500	1500	2500	1500	2500	1500 3000 4000	1500 3000 4000	1500	3000 5000	4000 5000	6000

Фиг. 83. Расточная штанга.

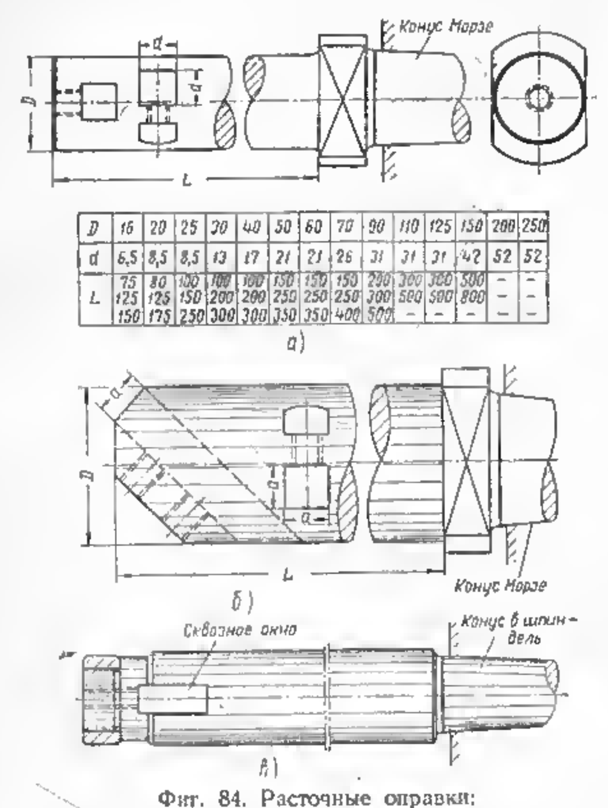
многолезвийными инструментами (двусторонними резцами, пластинчатыми резцами, резцами-блоками и расточными головками).

Для установки и крепления режущего инструмента при расточке широко применяются расточные штанги и консольные оправки. Расточные штанги представляют собой цилиндрические стержни диаметром от 40 до 200 *мм* и длиной от 1000 до 2500 *мм*. Однако на заводах тяжелого машиностроения расточные штанги достигают значительно больших размеров. При расточке отверстий на колонковых расточных станках применяются штанги диаметром до 250 *мм* и длиной до 6000 *мм*. По всей длине штанги (фиг. 83) на различных расстояниях друг от друга расположены окна для установки режущих и измерительных инструментов. Ось окна для установки режущих инструментов может быть перпендикулярна оси вращения штанги или наклонена к ней под углом 30, 45 или 60°. Один конец штанги имеет конический хвостовик для установки ее в шпиндель, другой служит для ее поддержки люнетом задней стойки или промежуточной опоры.

С помощью расточных штанг обрабатываются отверстия 2 и 3 класса точности. Поэтому направляющие места штанг точно шлифованы. В зависимости от диаметра штанги биение ее цилин-

дрической части допускается в пределах 0,02—0,04 *мм*. Окна для установки пластинчатых разверток могут иметь смещение от оси штанги не более 0,1 *мм*, а неперпендикулярность опорных поверхностей окон к оси штанги не должна превышать 0,03 *мм* на длине 100 *мм*.

Кроме расточных штанг, для закрепления режущих инструментов применяются всевозможные расточные оправки. Оправки



D	16	20	25	30	40	50	60	70	90	110	125	150	200	250
d	6,5	8,5	8,5	13	17	21	21	26	31	31	31	42	52	52
L	75 125 150	80 125 175	100 150 250	100 200 300	100 200 300	150 250 350	150 250 350	150 250 400	200 300 500	300 500 —	300 500 —	500 800 —	— — —	— — —

Фиг. 84. Расточные оправки:

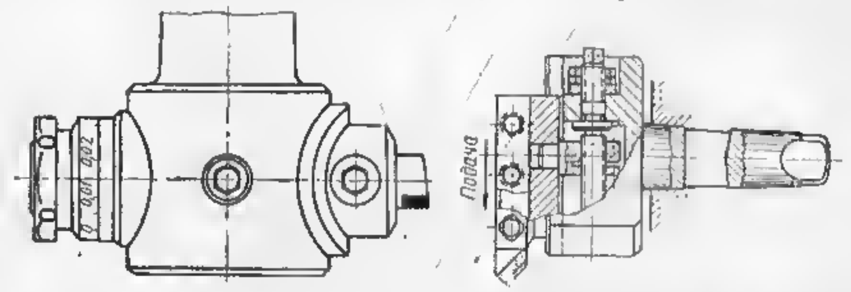
а — оправка с прямым окном; *б* — оправка с косым окном; *в* — специальная оправка для пластинчатых резцов.

не имеют направляющей части для поддержки люнетом задней стойки и работают консольно (без дополнительной опоры). Правда, в некоторых случаях допускается использование в качестве промежуточной опоры непосредственно отверстия самой детали.

Короткие расточные оправки следует применять при обработке неглубоких отверстий, а также при расточке глубоких отверстий, если их диаметры больше диаметра шпинделя. В зависимости от характера выполняемой работы и применяемого ре-

жущего инструмента используются оправки с прямыми окнами, (фиг. 84, *а*), либо оправки с косыми окнами (фиг. 84, *б*). Для крепления пластин и резцовых головок применяется оправка, изображенная на фиг. 84, *в*.

В крупносерийном производстве применяется расточная головка с микрометрической подачей резца (фиг. 85). Такая головка устанавливается в шпиндель станка, а резец закрепляется в ее пиноль, имеющую радиальное перемещение. Установка резца производится по нониусу. Головки для расточки отверстий диаметром от 50 до 210 *мм* по производительности уступают резцовым блокам, так как расточка ведется только одним резцом. Обработка отверстий обычными резцами, установленными в



Фиг. 85. Расточная головка с микрометрической подачей резца.

Фиг. 86. Расточная головка с радиальной подачей, устанавливаемая в шпинделе станка.

штанге, также малопроизводительна, поскольку определенное расположение окон не позволяет устанавливать инструменты на одновременную расточку двух отверстий. Помимо сказанного, даже и при достаточно жесткой конструкции штанг расточка соосных отверстий разного диаметра должна выполняться раздельно и на разных режимах. Диаметр штанги и режимы резания приходится выбирать соответственно меньшему диаметру обрабатываемого отверстия при небольшом вылете резца. С переходом на обработку большего диаметра вылет резца увеличивается и режимы резания приходится снижать еще больше.

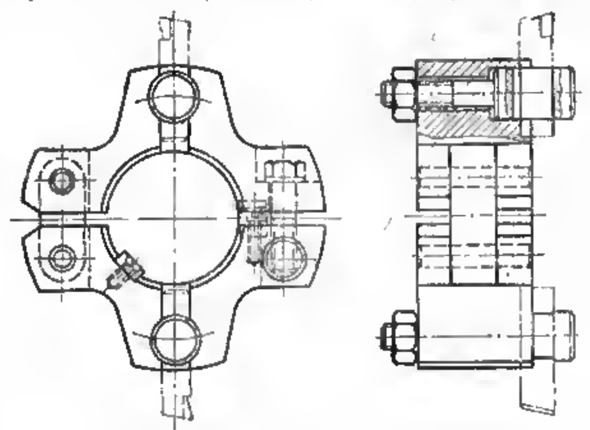
Для более производительной работы при чистовом и особенно черновом растачивании применяются многолезвийные расточные головки и расточные блоки. Расточные головки могут закрепляться в шпинделе станка или на расточной штанге. Головки, предназначенные для крепления в шпинделе, изготовляются вместе с хвостовиком (фиг. 86), насадные же головки (фиг. 87) — разъемными. Для крепления разъемных головок применяются расточные штанги со шпоночным пазом.

Расточными головками можно обрабатывать отверстия диаметром до 600 *мм*. Некоторые конструкции головок снабжаются

гнездами для крепления однорезцовых блоков с дифференциальным регулированием резцов (фиг. 88). Такими головками обрабатываются отверстия диаметром от 200 до 700 *мм*. Существует еще целый ряд оригинальных конструкций головок с креплением их на шпинделе, на расточной штанге или в конусе шпинделя. Многие из этих конструкций имеют радиальную подачу.

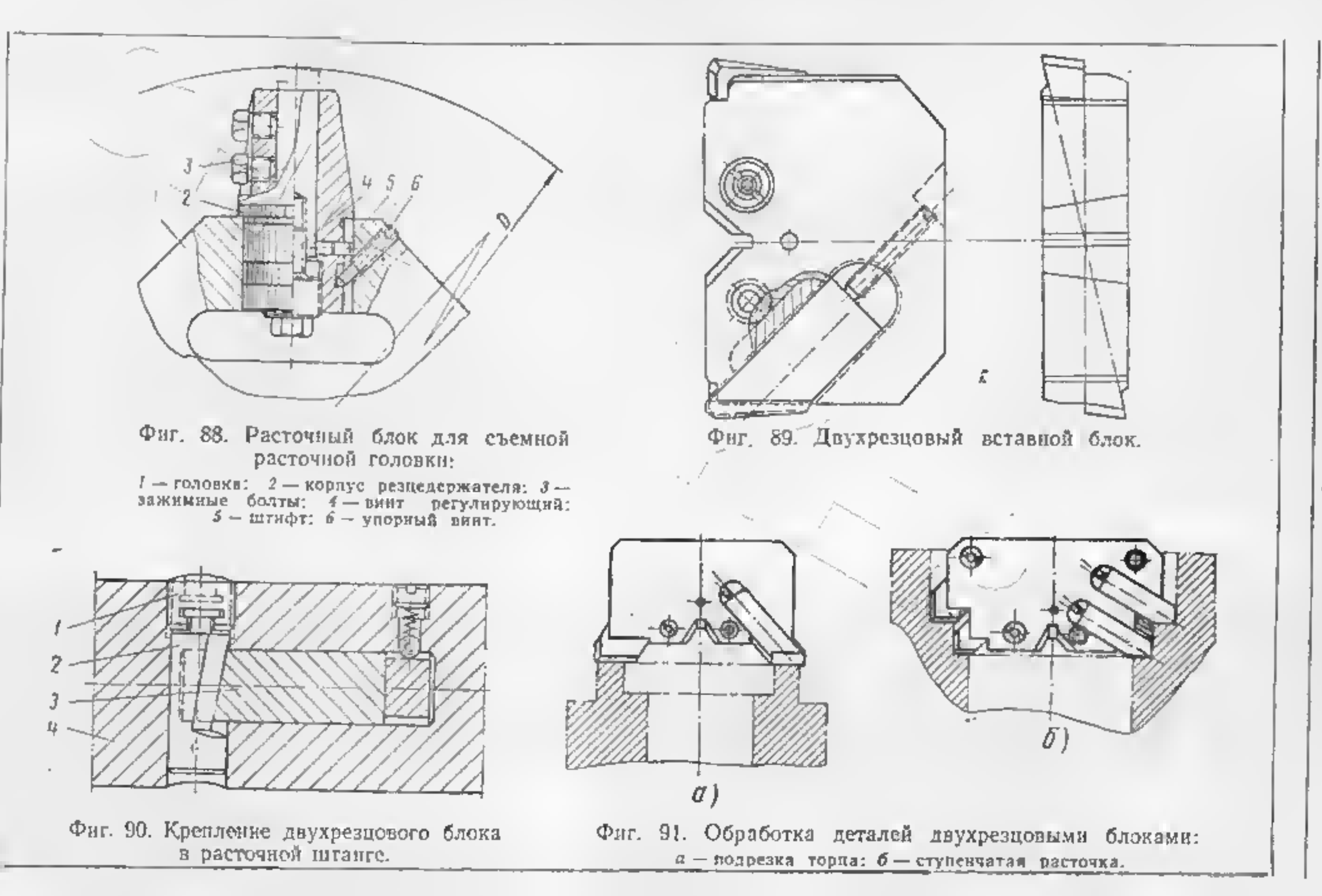
На ряде заводов широко применяются черновые и чистовые расточные двухрезцовые вставные блоки (фиг. 89) для диаметров расточки, начиная от 30 *мм* и более.

Двухрезцовые блоки дают высокую производительность обработки, высокую точность (2 класс) и отличную чистоту обработанной поверхности (7—8 класс). Блоки *3* устанавливаются и крепятся в окне расточной штанги *4* с помощью цилиндрического штифта *2* со срезанной наклонной поверхностью и гайки *1* (фиг. 90). Такое крепление позволяет производить переходную смену блоков в расточной штанге, не сбивая настройки станка и инструмента. На рабочее место блоки поступают настроенными на нужный размер. Установка и использование блоков показаны на фиг. 91. Широко применяются также однорезцовые и многорезцовые регулируемые насадные блоки (фиг. 92). Особенность их состоит в том, что они надеваются на наружный диаметр штанги и могут быть размещены в любом ее месте независимо от расположения инструментальных окон. Такими блоками легко вести ступенчатую и комбинированную расточку отверстий при больших сечениях стружки. Производительность насадных блоков в 3—4 раза выше производительности отдельных резцов.



Фиг. 87. Насадная разъемная расточная головка.

Растачивание отверстий. При расточке отверстий после сверления первый проход следует делать с небольшой глубиной ре-



Фиг. 88. Расточный блок для съемной расточной головки:

1 — головка; *2* — корпус резцедержателя; *3* — зажимные болты; *4* — винт регулирующий; *5* — штифт; *6* — упорный винт.

Фиг. 89. Двухрезцовый вставной блок.

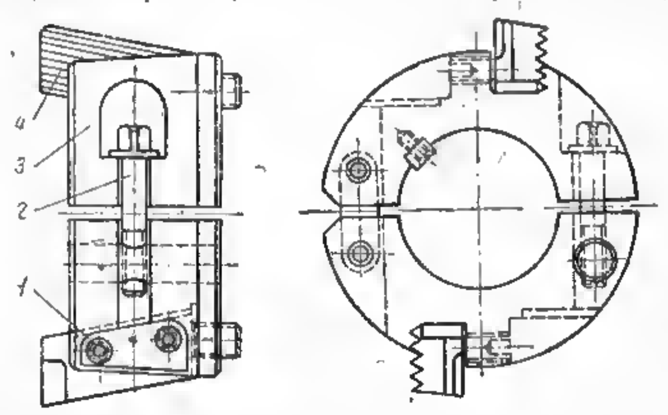
Фиг. 90. Крепление двухрезцового блока в расточной штанге.

Фиг. 91. Обработка деталей двухрезцовыми блоками:

а — подрезка торца; *б* — ступенчатая расточка.

зания, что позволяет выправить искривление оси отверстия и добиться равномерного припуска на обработку во время получистовых и чистовых проходов. Дальнейшие проходы следует проводить с максимальной глубиной резания. В последнем проходе вначале нужно сделать проточку на длину 3—4 *мм*, вывести резец и измерить диаметр выточки. Убедившись, что размер по глубине взят правильно, растачивание можно заканчивать.

Растачивание отверстий производится резцами, установленными в оправку или штангу. И оправка, и штанга должны соответствовать длине обрабатываемых отверстий. При обработке отверстий, диаметр которых больше диаметра шпинделя, нужно



Фиг. 92. *Многорезцовые насадные разъемные регулируемые блоки:*

1 — винт крепления ножа; *2* — соединительный болт; *3* — корпус; *4* — нож.

пользоваться короткой оправкой, так как длинные и тонкие оправки будут отжиматься и дрожать, а резцы — выкрашиваться.

Если шпиндель не входит в обрабатываемое отверстие, растачивание ведут оправками с длиной, превышающей длину растачиваемого отверстия на 30—50 *мм*. Глубокие или далеко отстоящие друг от друга соосные отверстия обрабатываются штангой, так как чрезмерно большой вылет шпинделя неизбежно приведет к образованию конусности в отверстии и к ухудшению чистоты его поверхности. Отверстия, диаметры которых намного больше диаметра шпинделя, также обрабатываются с помощью штанг и резцовых головок. Работая на столиковых станках с помощью расточной штанги, следует осуществлять подачи столом, но не шпинделем, так как в этом случае вылет шпинделя будет наименьшим и постоянным. Следовательно, качество отверстия будет лучше как по размерам, так и по чистоте поверхности.

Диаметры оправок и расточных штанг выбираются с расчетом, чтобы между оправкой и отверстием оставался зазор для выхода стружки. Работа консольной оправкой целесообразна только в случае, если ее длина не превышает 5 диаметров оправки ($l < 5d$). Консольная оправка с большим вылетом должна поддерживаться специальным башмаком, закрепленным на планшайбе, люнетом, установленным перед деталью, или втулкой, закрепленной в расточенном отверстии первой стенки. Работа с опорой в башмаке или по расточенному отверстию получила широкое применение в условиях производства крупногабаритных деталей.

При расточке отверстий с глубиной $l > 5d$ используется расточная штанга с креплением ее в шпинделе и люнетной втулке, помещенной за отверстием (две опоры), или в двух люнетных втулках, установленных впереди и позади растачиваемого отверстия. В последнем случае соединение штанги со шпинделем должно быть шарнирным. Если длина растачивания превышает ход шпинделя или стола, то применяются дифференциальные расточные штанги. С целью уменьшения вибрации штанг рекомендуется максимальное уменьшение расстояния между опорами, уменьшение зазора между штангой и люнетной втулкой (это может быть достигнуто применением втулок на игольчатых или шариковых подшипниках), использование расточных блоков вместо одиночных резцов и работа штанги «на растяжение», т. е. применение расточной подачи в направлении от задней стойки к шпиндельной бабке. При консольной обработке деталей многолезвийными инструментами, как-то: резцовыми головками, многорезцовыми оправками, зенкерами и развертками — режимы резания могут быть выше, чем при расточке резцом и штангой. Применение многолезвийных инструментов повышает точность и качество обработки, сокращает вспомогательное время на установку и смену инструмента, но только при условии, что жесткость инструмента сможет обеспечить его использование на высоких режимах резания.

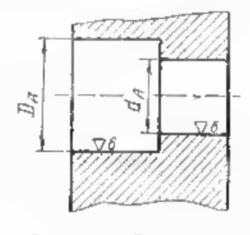
Растачивание ступенчатых и глухих отверстий имеет некоторые особенности. Процесс обработки ступенчатого отверстия (фиг. 93) ведется в следующем порядке. Вначале сверлится, затем рассверливается и, наконец, растачивается или зенкеруется наименьший диаметр отверстия, причем переходные диаметры инструментов для сверления и рассверливания принимаются такими же, как и при обычном сверлении. Отверстия диаметром от 65 до 100 *мм* чаще всего зенкеруются или растачиваются, а отверстия свыше 100 *мм* и все литые отверстия растачиваются резцами.

После выполнения меньшего отверстия переходят к обработке большего с помощью шпиндельной оправки и резца (отверстия

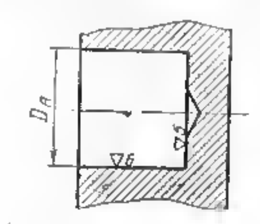
до 300 *мм*) или суппортной оправки и резца (отверстия более 300 *мм*).

Если ступенчатые отверстия имеют 2 и 3 класс точности, то характер окончательной обработки обеих ступеней будет зависеть от диаметров отверстий. При диаметрах, допускающих обработку развертками, вначале развертывается меньшее отверстие, а затем большее, причем для сохранения соосности рекомендуется использовать меньшее отверстие в качестве направления для большей развертки.

Особенность обработки глухих отверстий состоит в том, что приходится обязательно использовать оправки с косым окном. Такие оправки хотя и обеспечивают возможность подрезки тор-



Фиг. 93. Ступенчатое отверстие.



Фиг. 94. Глухое отверстие.

ца, однако не на всем его протяжении (фиг. 94). Для ровной и полной подрезки торцов применяют специальные торцовые подрезки.

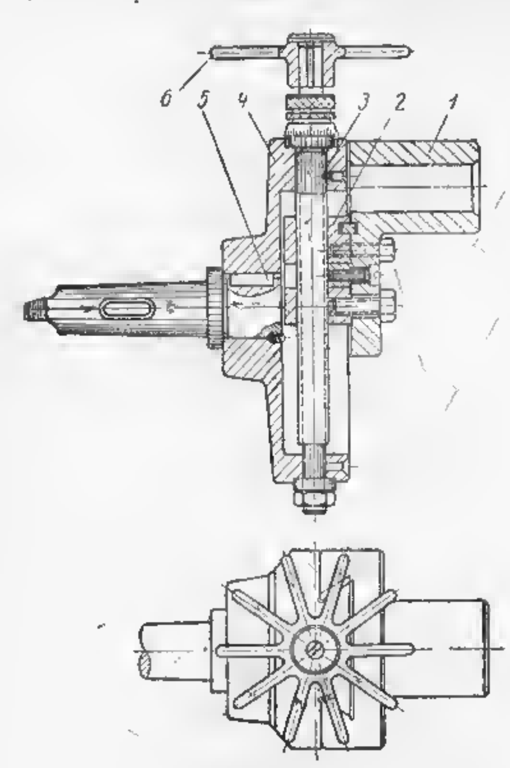
Применение торцовой подрезки при обработке глухого отверстия (см. фиг. 94) осуществляется в следующем порядке: а) сверление и рассверливание отверстия до наибольшего диаметра; б) черновое растачивание с припуском 3—5 *мм* на диаметр; в) подрезка торца до заданного класса чистоты; г) окончательное растачивание резцом или растачивание с припуском под развертку; д) развертывание отверстия по размеру.

Пользуясь такой технологией растачивания глухих отверстий, следует особенно внимательно наблюдать за глубиной расточки, так как не исключена возможность врезания резца или другого инструмента в дно отверстия. Поэтому автоматическая подача должна выключаться за 3—5 *мм* до полной глубины отверстия, и дальше растачивание ведется вручную.

Вытачивание канавок. Внутренние канавки в отверстиях вытачиваются специальными канавочными резцами, форма режущих кромок которых в точности соответствует профилю канавки. Врезание резца производят на радиальной подаче, которая может быть обеспечена конструкцией станка или конструкцией специальных приспособлений. В первом случае оправка с резцом закреп-

ляется в выносных втулках, соединенных с радиальным суппортом планшайбы. Во втором случае с успехом применяются специальные суппорты, расточные штанги и оправки, конструкциями которых предусмотрена радиальная подача режущего инструмента.

Одна из подобных конструкций изображена на фиг. 95. Суппорт с радиальной подачей состоит из корпуса *4*, по направляющим которого с помощью винта *3* и гайки *2* перемещаются салазки *1*, несущие втулку для расточной оправки. Корпус соединен с хвостовиком шпонкой *5* и стопором. Радиальная подача салазок может производиться автоматически при помощи звездочки *6* и упора, установленного на столе или стойке. После каждого оборота суппорта, зуб звездочки задевает упор, который поворачивает ее, а следовательно, и винт на определенный угол. Подобные конструкции летучих суппортов только с двумя резцедержателями применяются в тяжелом машиностроении. При отсутствии радиального суппорта на планшайбе летучие суппорты устанавливаются в шпинделе для обработки канавок диаметром менее 1000 *мм* или на расточной штанге при выточке канавок большего размера.



Фиг. 95. Суппорт с радиальной подачей резца.

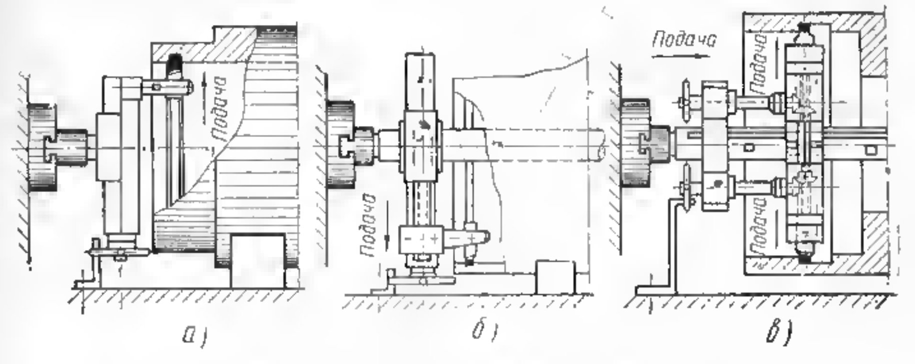
Вытачивание глубоких канавок, удаленных от торца детали, производится специальными расточными головками, закрепляемыми на расточной штанге. Различные установки с применением описанных выше способов растачивания канавок изображены на фиг. 96.

При вытачивании канавок трапецеидальной формы рекомендуется проводить обработку в два приема. Вначале прорезают канавку прямоугольным резцом, а затем придают ей трапеце-

идальный профиль. Однако на крупногабаритных расточных станках этот способ себя не оправдывает, так как перенастройка резцов занимает слишком продолжительное время.

При выполнении выточек, как правило, отличающихся от канавок большей шириной, радиальная подача применяется только для врезания на глубину, а затем переходят на продольную подачу стола или шпинделя, которой и заканчивают обработку всей выточки.

Развертывание отверстий. Процесс развертывания дает отверстия 2—3 класса точности и 7—8 класса чистоты поверхности. Окончательное (чистовое) развертывание обеспечивает правильную геометрическую форму обработанного отверстия и точные



Фиг. 96. Способы вытачивания канавок:

а — летучим суппортом, закрепленным в шпинделе; *б* — летучим суппортом, закрепленным на штанге; *в* — специальной расточной головкой.

диаметральные размеры. Процесс развертывания точных отверстий до диаметра 300 *мм* значительно производительнее процесса растачивания.

Непременными технологическими условиями развертывания является строгое совпадение осей отверстия и развертки, правильная геометрия и качественная заточка режущей и калибрующей части инструмента, а также нормальная величина припуска под развертывание.

Применение развертки сразу же после сверления допускается только в том случае, если к отверстию предъявляются невысокие требования по точности и чистоте. Развертывание отверстия, подготовленного зенкером, уже обеспечивает высшую чистоту поверхности, однако не выправляет отклонений отверстия от геометрической оси. Правильное положение оси развернутого отверстия гарантируется только предварительным растачиванием с помощью резца.

В зависимости от заданной точности и чистоты обработанных отверстий используются две схемы последовательного при-

менения режущих инструментов. Так, если в сплошном металле необходимо получить точное по диаметральным размерам отверстие, но с некоторыми допустимыми отклонениями от прямолинейности его оси, то может быть принята следующая очередность обработки: сверление, рассверливание, зенкерование и, наконец, развертывание (черновое и чистовое).

Если же необходимо получить отверстия с точным расположением и строго прямолинейной осью, то обработка производится в следующем порядке: сверление, рассверливание, растачивание резцом и развертывание. В данном случае допускается зенкерование, но уже после растачивания. Тогда обработанное зенкером отверстие будет иметь равномерный и постоянный по величине припуск, что способствует созданию лучших условий для развертывания.

Развертывание может производиться одной или двумя развертками. В последнем случае общий припуск под развертывание делится на припуск под черновое и под чистовое развертывание (табл. 33).

Таблица 33

Припуски под развертывание

Припуск на диаметр в *мм*	Диаметры отверстий в *мм*			
	12—18	18—30	30—50	50—75
Общий припуск	0,15	0,20	0,25	0,30
Припуск под черновое развертывание . . .	0,10—0,11	0,14	0,18	0,20—0,22
Припуск под чистовое развертывание . . .	0,04—0,05	0,06	0,07	0,08—0,10

Большое влияние на качество развернутого отверстия оказывают смазочно-охлаждающие жидкости. Развертывание стали следует вести с применением эмульсии, сульфофрезола и растительных масел. Чугун, бронза и латунь обрабатываются без охлаждения.

Рассмотрим порядок подбора инструментов для обработки отверстий 2 класса точности диаметром более 55 *мм*, имеющих точное расположение относительно базовых поверхностей. При этом будем подразумевать, что вчерне отверстия были выполнены в отливке, а торцовые поверхности профрезерованы или подрезаны. При диаметре отверстий до 100 *мм* и длиной до 300 *мм* обработка ведется вначале зенкером с пластинками твердого сплава, затем выполняется два-три расточных прохода под чер-

новое развертывание и, наконец, ведутся черновое и чистовое развертывание. При диаметре отверстия более 100 *мм* и длине до 400 *мм* вначале ведется растачивание резцом под развертывание, а затем отверстие обрабатывается чистовой плавающей разверткой.

В крупных поковках отверстия таких диаметров часто не прошиваются и их вначале вскрывают специальной трепанирующей головкой, а затем производят черновое растачивание резцом.

Увод оси, имеющий место после трепанирования и чернового растачивания, исправляется путем предварительного растачивания одним резцом в один или два прохода. Последующее чистовое растачивание уже может производиться резцом или двухрезцовыми расточными блоками. Обработка заканчивается чистовой подрезкой торцов.

При растачивании группы отверстий вначале производится черновое растачиваине всех отверстий, а затем предварительное и чистовое растачивание. Растачивание корпусных деталей, требующих для проведения полной обработки поворота стола, вначале ведется вчерне у всех отверстий одной стороны корпуса.

После поворота стола на 180° производится предварительная и окончательная обработка всех отверстий на другой стороне корпуса. Обратным поворотом стола деталь снова устанавливается в первоначальное положение, и ранее прошедшие черновую обработку отверстия обрабатываются окончательно. Заключительным переходом является чистовая подрезка торцов.

Предварительное и чистовое растачивание отверстий у корпусных деталей производится с одной установкой шпинделя.

Описанный выше порядок обработки корпусных деталей объясняется необходимостью выявления деффектов литья (раковин) и необходимостью проверки правильности расположения и величины припуска на обработку.

Выточка канавок, с целью получения нужных осевых расстояний между ними и базами, обычно делается уже после подрезки базовой торцовой поверхности. Если требуется точное совпадение оси канавки с осью отверстия, то канавка выполняется до окончательной подрезки торцовой поверхности с учетом припуска на обработку последней.

Режимы резания. Режимы резания при растачивании зависят от геометрических параметров режущего инструмента, величины припуска на обработку, механических свойств обрабатываемого материала, длины обработки и длины вылета обрабатывающего инструмента. Влияние всех этих факторов уже подробно разбиралось нами ранее. Там же были приведены таблицы для определения режимов резания и таблицы поправочных коэффициентов при черновом растачивании резцами. Такие же таблицы приняты

Таблица 34

Подачи и скорости резания при черновом и чистовом развертывании развертками из быстрорежущей стали при работе без охлаждения

Обрабатываемый материал	Диаметр отверстия, в *мм*																	
	20		30		40		50		60		70		80		100		120	
	скорость резания v в *м/мин* и подача s в *мм/об*																	
	s	v	s	v	s	v	s	v	s	v	s	v	s	v	s	v	s	v
Черновое развертывание																		
Сталь $\sigma_в = 60 \div 70$ *кг/мм²*	1,1	5,8	1,4	4,9	1,6	3,5	1,9	3,4	2,1	3,3	2,2	3,2	2,4	3	2,6	3	2,8	2,9
Чугун $H_B = 180 \div 200$ *кг/мм²*	1,6	8,0	2,1	6,5	2,5	5,6	2,9	5,0	3,4	4,8	3,6	4,5	4,0	4,8	4,0	4,8	4,0	4,8
Чистовое развертывание																		
Сталь $\sigma_в = 60 \div 70$ *кг/мм²* ▽7	0,75	7,7	1,0	7,7	1,15	7,7	1,25	7,7	1,35	7,7	1,5	7,7	1,5	7,7	1,5	7,5	1,7	7,7
Сталь $\sigma_в = 60 \div 70$ *кг/мм²* ▽8	0,5	3,8	0,65	3,8	0,8	3,8	0,85	3,8	1,05	3,8	1,15	3,8	1,25	3,8	1,35	3,8	1,50	3,8
Чугун $H_B = 180 \div 200$ *кг/мм²* ▽7	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0
Чугун $H_B = 180-205$ *кг/мм²* ▽8	0,65	1,8	0,8	8,0	1,0	8,0	1,0	8,0	1,0	8,0	1,0	8,0	1,0	8,0	1,0	8,0	1,0	8,0

Примечание. Поправочные коэффициенты на измененные условия обработки указаны в табл. 29.

для случаев получистового растачивания различных материалов резцами, для случаев обработки резцовой головкой и для других конкретных условий обработки.

Общая методика выбора режимов резания при растачивании отверстий состоит в следующем. Прежде всего с учетом свойств обрабатываемого материала устанавливают нужную геометрию инструмента, выбранного для данного прохода. Затем в зависимости от припуска на обработку определяют глубину резания и число проходов по таблицам. При этом руководствуются положением, что черновое растачивание следует вести с максимально допустимой глубиной резания, по возможности стремясь снять полную величину припуска в один проход. После этого, в зависимости от свойств обрабатываемого материала и материала инструмента, глубины резания, диаметра и вылета оправки или диаметра и пролета штанги, по таблице определяют величину подачи. Наконец, в зависимости от длины отверстия, вылета инстру-

мента, величины подачи и глубины резания выбирают скорость резания по таблице с учетом поправочных коэффициентов.

Подачи и скорости резания при развертывании отверстий в чугуне и стали приведены в табл. 34.

45. РАСТАЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ОСЯМИ

Работающим на расточных станках очень часто приходится иметь дело с растачиванием группы отверстий, расположенных на одной стороне детали. Как правило, эти отверстия связаны друг с другом взаимным расположением осей: межосевыми расстояниями и взаимной параллельностью. Выполнение и расположение таких отверстий целиком будет зависеть от выбранного способа обработки и точности совмещения оси шпинделя с расчетным положением оси обрабатываемых отверстий.

На чертежах центры отверстий всегда задаются двумя координатами — расстояниями по горизонтальной и вертикальной оси. Расстояния от базовых поверхностей могут быть заданы для каждого отверстия отдельно. Если центр одного отверстия указывается на чертеже координатами от базовых поверхностей, то центры остальных отверстий связываются размерами с первым отверстием и между собой. Технология обработки каждого из таких отверстий не представляет особой сложности и производится одним из описанных выше способов. Межосевые расстояния и расстояния между осями и базовой поверхностью могут быть выдержаны двумя способами: координатным растачиванием или растачиванием по кондуктору. Выполнение отверстий по кондуктору будет рассмотрено несколько позднее.

Совмещение оси шпинделя с осью обрабатываемого отверстия при координатном растачивании зависит прежде всего от величины допусков на межосевые расстояния и от характера заготовки детали. Как правило, при координатном растачивании детали проходят предварительную разметку, для чего устанавливаются на разметочную плиту. В соответствии с размерами чертежа, рисками наносятся осевые линии центров растачиваемых отверстий и размеры самих отверстий. Разметочные риски служат для ориентировки и проверки правильности заготовки, окончательное же расположение отверстий достигается путем перемещения органов станка по чертежным размерам. Разметкой можно воспользоваться только при определении первого положения шпинделя относительно базы для выполнения свободного размера от первого отверстия до базовой поверхности.

Если растачивание производится в сплошном материале, то центры отверстий будут находиться в точках пересечения рисок. Настройка шпинделя в этом случае производится центром, вставленным в конус шпинделя. Перемещением шпиндельной бабки в

вертикальном направлении и стола или колонны в горизонтальном направлении добиваются совмещения вершины центра с центром размеченного отверстия.

Если же в заготовке уже имеются отверстия, то при разметке наносят вертикальные, горизонтальные и круговые риски. Тогда для настройки в конус шпинделя вместо центра вставляется оправка с рейсмусной чертилкой, выдвинутой на величину радиуса размеченного отверстия. Вначале чертилку ставят вертикально и перемещением шпиндельной бабки добиваются касания острия чертилки в верхней или нижней точке размеченного отверстия. Затем шпиндель поворачивают на 90° и, перемещая стол, добиваются касания острия чертилки крайних боковых точек окружности, образованной диаметром отверстия. Комбинированием этих установок и определяют нужное положение шпинделя.

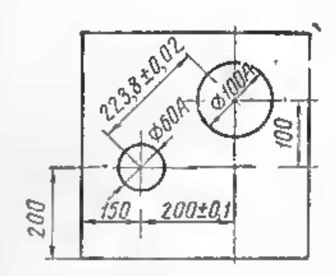
Как уже говорилось, так настраивается шпиндель только на первое отверстие. Более точное центрирование шпинделя для обработки последующих отверстий производится его перемещением по заданным координатам. Величина этого перемещения определяется путем точного отсчета перемещения шпиндельной бабки в вертикальном направлении и стола или колонны в горизонтальном направлении. Грубые передвижения рабочих органов станка, необходимые для установки шпинделя, производятся по линейкам, имеющимся на станках. Окончательная точная установка производится по нониусам станков или по контрольным валикам, упорам и фиксаторам с использованием блоков концевых мер длины, штихмасов или индикаторов.

Установка по контрольному валику осуществляется следующим образом. После расточки первого отверстия шпиндель выводится и оправка снимается. В отверстие шпинделя для инструмента и отверстие, расточенное в детали, вставляются контрольные валики. Для отверстия, расположенного на той же горизонтальной оси, требуется только горизонтальное перемещение шпинделя. В связи с этим столу с расположенной на нем деталью или колонне сообщается такое перемещение на величину, равную межцентровому расстоянию.

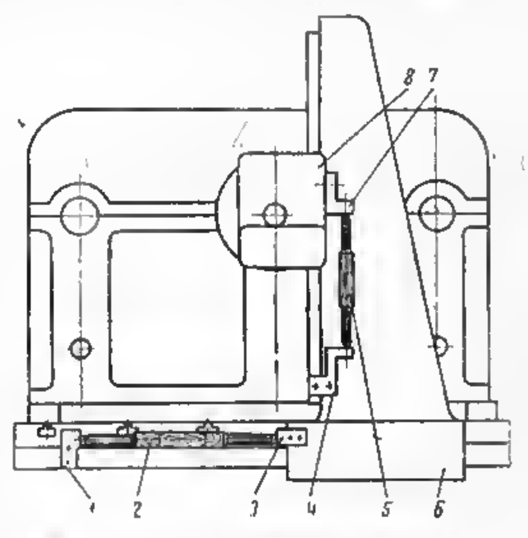
Если же отверстия расположены кроме того еще и на разных высотах (фиг. 97), то установка производится по двум координатам. После расточки первого отверстия у детали, изображенной на фигуре, стол или колонна перемещаются по горизонтали на длину 200 ± 0,1 (по линейке) и по нониусу, а шпиндельная бабка — вверх по вертикали на высоту 100 *мм* (по линейке). Затем штихмасом или блоком концевых мер проверяется размер 223,8. Если учесть, что диаметры контрольных валиков равны 60 и 40 *мм*, то в нашем примере этот блок должен иметь размер: $223{,}8 - \frac{60}{2} - \frac{40}{2} = 173{,}8$ *мм*. Блок или установленный на раз-

мер штихмас должны проходить между образующими контрольных валиков с легким скольжением. Если инструменты проходят туго или слабо, смещением стола, бабки или колонны добиваются нужного скольжения. Эти перемещения производятся за счет размера с большим допуском (по размеру 100). Если межцентровое расстояние имеет односторонний допуск, то блок концевых мер или размер штихмаса должны равняться номинальному размеру и половине допуска на межцентровое расстояние (размер должен находиться в средине поля допуска).

Расточка по упорам (фиг. 98) применяется в серийном производстве на станках, не оснащенных масштабными линейками и нониусами. Упоры *1*, *3*, *4* и *7* устанавливаются на направляющих станины и колонны, а также на корпусе колонны и шпиндельной бабки и имеют точно выполненные и строго параллельные друг другу рабочие плоскости. Начальное положение колонны *6* и шпиндельной бабки *8* при расточке первого отверстия фиксируется соприкосновением плоскостей упоров. При горизонтальном перемещении колонны упор *1*, закрепленный на станине, остается неподвижным, а упор *3*, установленный на колонне, перемещается вместе с ней. Межцентровое расстояние по горизонтальной оси измеряется блоками концевых мер или штихмасом *2*, или другим измерительным инструментом, помещаемым между рабочими плоскостями упоров. Величина вертикального перемещения шпиндельной бабки определяется также по результатам измерения штихмасом *5* расстояния между плоскостями упоров *4* и *7*, установленным на колонне и шпиндельной бабке.

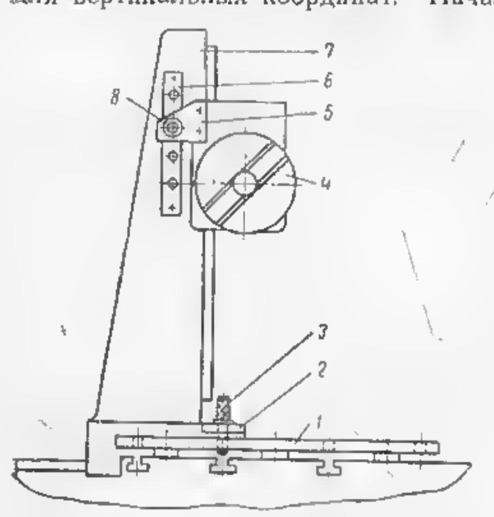


Фиг. 97. Схема расположения отверстий.



Фиг. 98. Схема координатной расточки отверстий по упорам.

В крупносерийном производстве точное координирование отверстий достигается применением координатной расточки по фиксаторам (фиг. 99). Сущность этого способа состоит в том, что установка станка на межцентровое расстояние производится с помощью фиксаторов *3* по специальным линейкам, в которых отверстия выполнены на точно заданных расстояниях, соответствующих межцентровым расстояниям отверстий детали. Линеек должно быть изготовлено две: одна для горизонтальных, а другая для вертикальных координат. Начальное положение колонны *7* и шпиндельной бабки *4* фиксируется пальцами *3* и *8* по соответствующим отверстиям линеек. Для горизонтального перемещения колонны при расточке последующего отверстия необходимо вынуть фиксирующий палец *3* из отверстия и сообщить колонне перемещение. При этом линейка *1* останется неподвижной, поскольку она закреплена на станине, а кронштейн *2* с фиксирующим пальцем переместится вместе с колонной. Установка по горизонтали считается законченной, когда фиксатор войдет в соответствующее отверстие линейки. Линейка *6* для фиксации вертикальных перемещений крепится к колонне, а кронштейн *5* с фиксирующим пальцем *8* к шпиндельной бабке. Постоянство положения устанавливаемых на станок деталей по отношению к фиксирующему устройству обеспечивается установкой этих деталей их базовыми отверстиями на специальные установочные пальцы в приспособлении.



Фиг. 99. Схема координатной расточки отверстий по линейкам с фиксаторами.

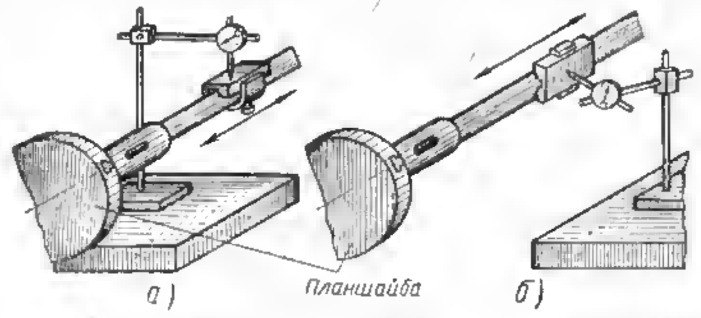
Такой способ обработки может применяться и при единичном типе производства, но при условии организации группового запуска деталей, чтобы можно было использовать фиксирующие устройства. Для группы различных деталей преимущество описанного способа состоит в возможности быстрой установки шпинделя, в уменьшении брака по неточности расположения осей и в использовании расточников более низкой квалификации.

Растачивание отверстий с параллельными осями с помощью расточных штанг в условиях единичного производства требует

больших затрат по времени на переустановку люнетной стойки, на съем расточной штанги и на выверку совпадения осей шпинделя и люнета.

Такая выверка обязательна для каждого вновь растачиваемого отверстия и выполняется различными способами.

При проверке призмой (фиг. 100, *а* и б) шпиндель вместе с расточной штангой выдвигается на длину 300 *мм* и на этой длине в двух взаимно перпендикулярных направлениях снимаются показания индикатора. Разница показаний свидетельствует о неправильной установке люнета. Проверку можно произвести и другим способом, при котором на шпиндель надевается хомут с индикатором. Измерительный наконечник индикатора упирается в поверхность вставленной в люнет расточной штанги. Если



Фиг. 100. Установка соосности шпинделя и люнета задней стойки.

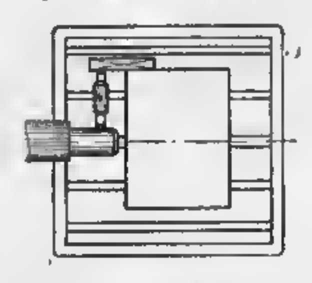
люнет установлен неправильно, то во время вращения шпиндель будет водить расточную штангу, что можно установить по отклонениям стрелки индикатора. Тогда вертикальным перемещением люнета выправляют положение оси штанги. Выверка осей люнетной стойки и шпинделя с точностью до 0,05 *мм* на всей длине расточной штанги (до 7000 *мм*) может быть произведена оптическим прибором, установленным на стойке. В шпиндель станка и люнетные гнезда вставляются марки (кресты) оптического прибора, по которым и производится выверка.

Если первое обрабатываемое отверстие связано точными координатами с базовыми поверхностями, то вертикальная установка шпинделя по его оси при небольшой высоте производится по блоку концевых мер от рабочего стола до контрольного валика и при значительной высоте по штихмасу. Горизонтальные координаты (фиг. 101) проверяются этими же инструментами от боковой базы.

В практике выполнения расточных работ часто бывают случаи, когда для установки детали необходимо воспользоваться именно таким способом выверки, несмотря на то, что точные координаты

до первого отверстия в чертеже не заданы. В случае, если конструкцией детали не предусмотрены необходимые базы, то выверку ведут от специально созданных технологических баз, причем даже не исключена возможность использования при этом в качестве проверочной базы плоскости, лежащей вне детали. Такими плоскостями могут служить вертикальные стойки, подставки и призмы, которые настраиваются параллельно оси шпинделя и закрепляются еще до установки детали.

Наиболее сложным является растачивание отверстий расточными штангами с поворотом детали. В тяжелом машиностроении такой метод расточки нашел широкое применение. Чтобы провести растачивание отверстий по этой схеме, детали закрепляют на поворотном столе и обрабатывают отверстия на одной стороне. После поворота стола ось первого отверстия может быть установлена в новое положение различными способами, самый простой из которых — это настройка по обработанному отверстию в первой стенке. Чтобы это осуществить, в ранее обработанное отверстие вставляется переходная втулка, а в шпиндель — контрольный валик. Вертикальным перемещением шпинделя и горизонтальным перемещением стола (или колонны) добиваются совпадения оси втулки и валика. Настройка считается законченной, если валик легко входит и легко вращается в отверстии втулки.



Фиг. 101. Определение горизонтальной координаты центра отверстия от базовой поверхности.

Настройка индикатором, установленным в короткой шпиндельной оправке, допускается только в том случае, если диаметр шпинделя меньше диаметра отверстия и если длина хода шпинделя позволяет установить индикатор в обработанном отверстии. Смещение стола или колонны по нониусу производится на величину полуразности отклонений индикатора, показываемых в горизонтальной плоскости. Если перемещение шпинделя с оправкой все же недостаточно для выверки оси по обработанному отверстию, тогда допускается настройка по штанге и индикатору. Для этого штанга устанавливается в отверстие переходной втулки, помещенной в обработанное отверстие, и индикатором проверяется положение ее оси.

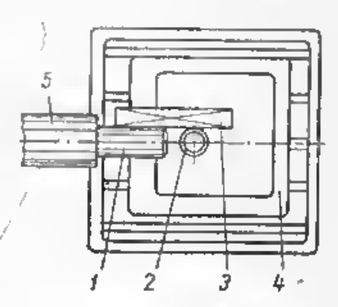
46. РАСТАЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ С ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫМИ ОСЯМИ

Обработку отверстий с взаимно перпендикулярным расположением осей производят на поворотных столах расточных станков. Как правило, во всех конструкциях столов повороты на углы, кратные 90°, фиксируются специальными устройствами, тогда

как повороты на промежуточные углы отсчитываются по круговым шкалам. Это дает возможность легко осуществлять расточку взаимно перпендикулярных отверстий.

В зависимости от габаритов детали и ее конструктивных особенностей, применяются различные способы совмещения оси шпинделя с осью второго растачиваемого отверстия.

Если расточник имеет дело с двумя взаимно перпендикулярными отверстиями, оси которых лежат в одной горизонтальной плоскости, то после поворота стола на 90° особых настроек не требуется, поскольку вертикальное расстояние между шпинделем и отверстием остается неизменным. Совмещение оси шпинделя с центром отверстия достигается перемещением стола или колонны на величину, равную горизонтальному расстоянию от базовой поверхности. При настройке по разметке проверка совпадения оси шпинделя и оси обрабатываемого отверстия производится но уже известным читателю способам.



Фиг. 102. Определение положения шпинделя при расточке отверстий с взаимно перпендикулярными осями.

При обработке отверстий с перекрещивающимися осями настройка шпинделя должна производиться по двум координатам, отсчитываемым от базовых плоскостей. Если отверстия взаимно перпендикулярны, то они обрабатываются с переустановкой детали, с центрированием шпинделя по контрольным валикам, вставленным в расточенное отверстие детали *4* и коническое отверстие шпинделя. Шпиндель *5* с контрольным валиком *1* помещают над деталью так (фиг. 102), чтобы линейка *3*, положенная на образующую контрольного шпиндельного валика *1*, коснулась образующей контрольного валика *2*, вставленного в отверстие. Качество касания линейки с валиком определяется щупом толщиной 0,03 *мм*. Само собой разумеется, что при такой настройке диаметры обоих валиков должны быть одинаковы.

Производя контроль, следует проверить касание и на противоположной стороне. Для более грубой настройки применяется этот же способ, но без линеек. Касание проверяется между образующими валиков щупом, затем шпиндель отводится назад, а стол перемещается на величину, зависящую от диаметра применяемых валиков. Если валики одинаковы, то эта величина равна диаметру валика, и если валики имеют разные диаметры, то величина перемещения будет равна: $\frac{D}{2} + \frac{d}{2}$, где D — диаметр валика, вставленного в шпиндель, а d — диаметр валика, встав-

ленного в обработанное отверстие. После такой установки шпиндельная бабка опускается на величину вертикального расстояния от базовой поверхности.

При обработке крупногабаритных деталей, когда нельзя использовать поворотный стол, растачивание взаимно перпендикулярных отверстий производится с нескольких установок. Для этого предусматриваются специальные базы, обеспечивающие взаимную перпендикулярность отверстий при переустановках. Если обрабатываемые отверстия таких деталей имеют большую разницу в диаметрах, то допускается обработка большого отверстия на карусельном станке. Настройка шпинделя на ось меньшего отверстия производится по разметке и обработанным базам.

47. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ПРОФИЛАКТИКА БРАКА ПРИ РАСТАЧИВАНИИ

Правильно расточить отверстие — это значит выдержать установленные чертежом размер, форму и расположение отверстий. В процессе расточных работ возникает большое количество погрешностей в выполнении размеров и формы обрабатываемых поверхностей. Большая или меньшая величина этих погрешностей зависит от точности станка и его настройки, геометрии и степени износа инструмента, качества изготовления применяемых приспособлений и точности их установки на станке, правильности настройки детали и инструмента, применяемых методов измерения и других условий работы.

Некоторые погрешности в выполнении отверстий, условия их возникновения и способы устранения приведены в табл. 35.

Ошибка может произойти также в межцентровых расстояниях и размерах от осей до базовых поверхностей. В этих случаях следует проверить точность совмещения шпинделя с осями отверстий и следить за тем, чтобы измерительные базы были чистыми.

При измерении крупногабаритных деталей предусматривается заполнение карт обмеров, в которые заносятся данные по размерам, обеспечивающим точность изделий. В табл. 36 даны основные способы измерения и точность наиболее ответственных размеров деталей.

48. ПОДРЕЗКА ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Подрезка производится с целью получения чисто обработанной торцовой поверхности, расположенной перпендикулярно к оси отверстия. Обычно эта операция делится на черновую и чистовую. Черновая подрезка облегчает процесс растачивания отверстия, а чистовая — обеспечивает окончательный размер. Обработка торцов может производиться способом обточки вдоль

Таблица 35

Брак при растачивании отверстий, причины и способы его устранения

Виды отклонений	Причины	Способы устранения
Погрешности в выполнении диаметра	Неправильная установка резца на глубину резания; нежесткое закрепление инструмента; неправильный подбор диаметра многолезвийного инструмента; слишком большой припуск под развертывание: неправильная геометрия инструмента и низкое качество его заточки, ошибки в измерении отверстий	Проверить установку резца, размеры и геометрию применяемого инструмента. Оставлять припуск на последующие операции в соответствии с нормами и работать жесткими оправками при минимальном вылете шпинделя
Отклонения в выполнении формы отверстия: овальность	Большие зазоры в подшипниках шпинделя; неоднородная твердость металла; переменная величина припуска	Проверить шпиндель на биение, увеличить угол в плане резца; применять последовательность обработки, обеспечивающую получение равномерного припуска
конусность	Отжим резца при увеличении вылета оправки; затупление режущего инструмента; непостоянство величины зазоров в подшипниках шпинделя и люнета	Работать по возможности с малыми вылетами резцов и шпинделя: применять твердосплавный инструмент; черновую и чистовую обработку вести разными инструментами
вогнутость	Нежесткость штанги	Применять более жесткие штанги и вводить дополнительные опоры
бочкообразность	Непрямолинейность направляющих стола и большие зазоры	Отрегулировать зазоры стола с помощью клиньев
несоосность	Неверная установка шпинделя; высокие режимы резания; неравномерный припуск; неоднородность материала, прогиб штанги	Применять жесткие штанги и обработку вести в несколько проходов
непараллельность осей	Неверная установка оси расточной штанги в шпинделе и люнете; смещение детали в процессе обработки; неточность поворота стола при работе с поворотом; пережим детали при установке ее на необработанные плоскости	Установить штангу правильно; при повороте стола проверять правильность фиксации по упорам или делениям шкалы; надежно закреплять деталь, не допуская ее деформации и более тщательно выверять при установке на необработанную поверхность

Таблица 36

Методы и точность контроля наиболее ответственных размеров при растачивании отверстий

Контролируемые размеры	Метод контроля	Точность в *мм*
Соосность отверстий	Определяется свободным прохождением оправки в отверстия, расположенные на одной оси	Точность в пределах имеющихся зазоров между отверстием и оправкой 0,05 ÷ 0,08
Межосевые расстояния и параллельность осей	Расстояние между боковыми поверхностями отверстий измеряется штангенциркулем. Межосевое расстояние равно $l + \frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2}$, где l — размер, снятый штангенциркулем, в *мм*; d_1 — диаметр первого отверстия в *мм*; d_2 — диаметр второго отверстия в *мм*. Применяется в случае, если торцовые поверхности отверстий лежат в одной плоскости	
	Это же расстояние измеряется штангенциркулем или штихмасом по вставленным контрольным валикам с распорками.	0,06
	Штангенциркулем или микрометром, между двумя контрольными валиками	0,04
	Правильность расположения осей проверяется на станке индикатором по расточенным отверстиям, а их координаты измеряются перемещением стойки и шпиндельной бабки по нониусу	0,01—0,02
	Те же измерения производятся штихмасом по упорам или индикатором	0,04

Таблица 36 (продолжение)

Контролируемые размеры	Метод контроля	Точность, в *м*
Перекос осей относительно базовых поверхностей	Штангенрейсмусом или индикатором по концам контрольных валиков в двух перпендикулярных направлениях	0,06
	Индикатором, установленным в шпинделе станка	0,04
Перпендикулярность торцовых поверхностей к оси отверстия	Калибром на краску и по щупу	0,04
	Индикатором, закрепленным на контрольной оправке, имеющей упор от осевого смещения	0,04
	На станке с помощью индикатора, закрепленного в шпинделе	0,04
Пересечение осей в одной плоскости	Штангенрейсмусом по вставленным контрольным оправкам	0,06
	Срезанными оправками с применением щупа	0,04
	Оправками с коническими концами	0,1
	На станке путем проверки индикатором положения одного отверстия и после поворота стола — проверки положения другого отверстия	0,06
Перпендикулярность осей	Контрольными оправками, установленными в отверстии. На одной из оправок крепится индикатор и перекидкой индикатора на 180° определяют отклонение	0,04
	Таким же способом только одна из оправок крепится в шпинделе	0,06
	Контрольными оправками по угольнику	0,08

торцовой поверхности и способом подрезки упорными или пластинчатыми резцами.

При обточке торцовых поверхностей резец получает радиальное перемещение. Следовательно, такой способ доступен только на тех станках, планшайбы которых снабжены радиальным суппортом. Правда, широко практикуется обточка торцовых поверхностей и летучими суппортами, установленными на планшайбе или на расточной штанге. Размеры и конструкции летучих суппортов зависят от размеров обрабатываемых поверхностей.

Летучие двухрезцовые суппорты, закрепленные на планшайбе, применяются: 1) при обточке торцовых поверхностей, ограниченных диаметрами от 1000 до 3500 *мм*; 2) при наличии больших припусков и относительно свободных допусков на параллельность торцовых поверхностей. Такая установка суппортов может быть применена и при подрезке торца с одной стороны. При жестких допусках на параллельность торцов суппорт устанавливается на расточной штанге. Обработка производится обычными проходными или подрезными резцами, причем соблюдается перпендикулярность торца к оси отверстия и обеспечивается чистота обработанной поверхности.

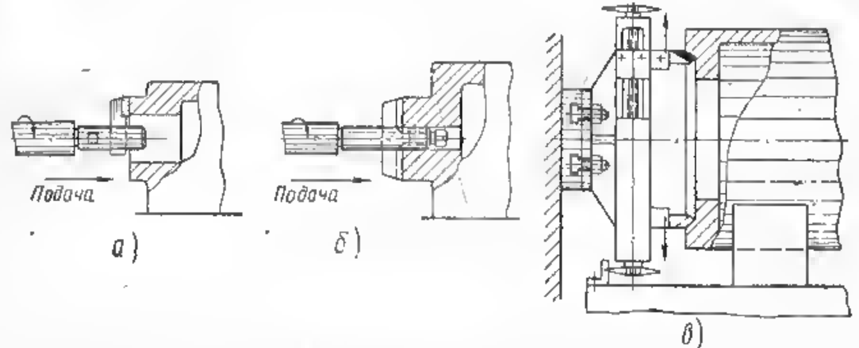
Подрезка торцов также производится подрезными резцами, закрепленными в оправке. Оправка устанавливается в шпиндель, которому сообщается осевая подача. Качественое выполнение операции этим способом возможно только в том случае, если обработка ведется при небольшом вылете резца и если ширина режущей кромки резца перекрывает ширину обрабатываемой поверхности. Обрабатывать широкие поверхности путем периодической перестановки резца в окне оправки можно, однако торцовая поверхность получается при этом непрямолинейной и неудовлетворительной по чистоте.

Для подрезки торцов широко применяются пластинчатые резцы. Обработка такими резцами производится с осевой подачей шпинделя. Следовательно, ширина режущей кромки пластинчатого инструмента должна перекрывать ширину обрабатываемой торцовой поверхности. Для обеспечения перпендикулярности торца к отверстию оправка центруется непосредственно в данном отверстии или во вставленной в него переходной втулке. Подрезая стальные поверхности, следует применять переходные втулки. При подрезке же торцов чугунных деталей можно использовать направление по расточенному отверстию, если его диаметр не превышает 50 *мм*. Производя подрезку черных поверхностей отливки или поковки, вести обработку сразу пластинчатым резцом не рекомендуется. Односторонняя работа пластинчатых инструментов, как правило, приводит к поломке и выкрашиванию режущей кромки. В связи с этим черновую обдирку следует вести концевой оправкой с периодическим перемещением резца

по ширине обрабатываемой плоскости, а окончательную зачистку торца выполнить уже пластинчатым резцом.

Подрезание поверхности, имеющей литейную корку, врезание и окончательную ее отделку рекомендуется проводить с ручной подачей в направлении к центру отверстия. Такой прием создает условия для сохранности инструмента и обеспечивает высокую чистоту обработанной поверхности. Обработку наружных, а иногда и внутренних торцовых поверхностей по возможности следует производить фрезерными головками или концевыми фрезами. Этот способ производительнее обработки резцами.

При выборе режимов резания для подрезки пластинчатыми резцами, да и обычными резцами с подачей вдоль оси шпинделя



Фиг. 103. Подрезка торцов на расточных станках:
а — подрезным резцом; *б* — пластинчатым резцом; *в* — резцами, установленными в летучем суппорте.

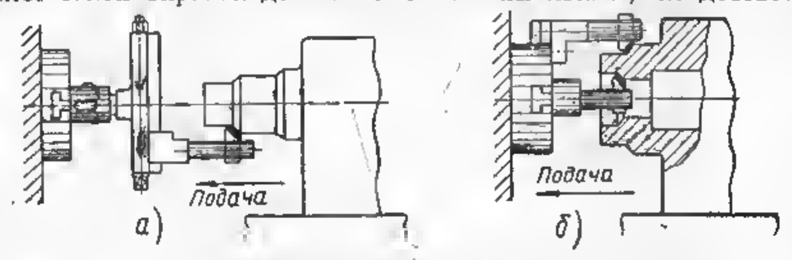
следует учитывать особо тяжелые условия работы этих инструментов. Дело в том, что каждая точка их режущей кромки имеет свою скорость резания, которая тем больше, чем больше расстояние точки режущей кромки от центра вращения. Известно также и то, что широкая режущая кромка вызывает рост действующих сил при резании, а следовательно, приводит к вибрациям и ухудшению качества обработанной поверхности. Различные случаи обработки торцовых поверхностей изображены на фиг. 103.

49. ОБТОЧКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Обработка наружных цилиндрических поверхностей — исключение в расточном деле. Применяется она только в тех случаях, если необходимо сохранить концентричность отверстия и наружной поверхности ступицы или если произвести обточку на других станках не представляется возможным (фиг. 104). Когда отверстие и наружная цилиндрическая поверхность не связаны жесткими допусками на взаимное расположение, то их обработка

особой сложности не представляет. В этом случае установка детали и настройка станка производятся обычными способами. Более сложна обработка наружных поверхностей по 2 и 3 классам точности с жесткими допусками на их концентричность по отношению к отверстию.

В зависимости от конструктивных особенностей расточных станков применяются и различные способы обработки наружных цилиндрических поверхностей. Если станок имеет неподвижную переднюю стойку и планшайбу с радиальным суппортом, а стол — продольное перемещение, то обточка ведется резцами, закрепленными в оправке, установленной на радиальном суппорте. Вылет такой оправки должен быть минимальным, но достаточ-



Фиг. 104. Обточка наружных поверхностей на расточных станках: *а* — летучим суппортом, установленным в шпинделе; *б* — радиальным суппортом планшайбы.

ным для полной обработки поверхности. Радиальная подача на глубину резания производится вручную по нониусу. Продольная подача стола в момент врезания должна быть ручной, а затем уже должна включаться механическая подача. По такой же схеме можно вести обработку на станках с продольной подачей передней стойки (например, на станке 2654).

На станках любой конструкции можно производить наружное обтачивание резцами в концевых оправках. Недостаток этого способа обточки состоит в том, что с ростом длины обтачивания увеличивается вылет резца или оправки и поэтому чистота поверхности получается неудовлетворительной. При таком способе обработки установка на глубину резания производится «подколачиванием» резца. Следовательно, обработка деталей с наружным диаметром 2 и 3 класса точности требует участия расточников высокой квалификации. При данном способе обработки продольная подача может осуществляться столом, передней стойкой или выдвижным шпинделем. Если же станок имеет механическую продольную подачу стола или передней стойки, то следует пользоваться именно этими подачами, а не подачей шпинделя.

На любых станках можно вести обтачивание с помощью летучего суппорта, устанавливаемого в коническом отверстии вы-

движного шпинделя или на шпинделе, или, наконец, на расточной штанге. При этих способах обработки радиальная подача осуществляется вручную после каждого прохода. Продольная же подача осуществляется на столиковых станках продольным ходом стола, а на остальных станках — осевым перемещением шпинделя. Для обеспечения концентричности наружного и внутреннего диаметров следует устанавливать применяемые расточные вспомогательные инструменты на одну и ту же базу. Так, если растачивание велось оправкой, вставленной в конус шпинделя, то и наружную поверхность нужно обрабатывать инструментом, установленным в этом же конусе.

При наличии неровностей на литых наружных поверхностях установка резца на первую стружку должна производиться ручным поворотом шпинделя или же на самых малых оборотах с использованием движения «толчком». Режимы резания для наружной обточки выбираются по таблицам на резцовые работы при обработке на расточных станках. Обработка ведется проходными и упорными резцами.

При выполнении работ по обточке наружных цилиндрических поверхностей могут встретиться следующие отклонения: конусность, овальность, эксцентричность наружного и внутреннего диаметров, ошибки в выполнении размера диаметра, неполная обработка поверхности и несоответствие указанному на чертеже классу чистоты обработанной поверхности.

Конусность обработанной поверхности чаще всего является результатом затупления резца или отгиба оправки с резцом под влиянием радиальной силы P_y. Для предотвращения такого вида брака следует подбирать нужную геометрию резца в зависимости от свойств обрабатываемого материала, следять за состоянием режущей кромки, обработку производить жесткими короткими оправками с наименьшим вылетом резцов и использовать автоматические подачи стола.

Овальность получается, главным образом, в результате биения шпинделя или планшайбы или в результате неравномерности припуска на обработку и неодинаковой твердости материала. Избежать появления овальности можно при тщательном уходе за станком и снятии припуска в несколько проходов.

Эксцентричность обточенной поверхности обычно появляется при неправильной выверке или переустановке детали при ее обработке. Избежать этого вида брака можно путем точной выверки детали по отверстию при ее установке на станок или обработке отверстия и наружной цилиндрической поверхности с одной установки.

Ошибки в выполнении размера по диаметру возникают в результате неправильной установки резца на глубину резания, большой глубины резания и неправильного измерения наружного

диаметра при взятии пробных стружек. При установке резца «подколачиванием» вначале следует измерить деталь по проточенному месту, а затем уже вести обработку по всей ее длине. В случае работы нежесткой оправкой, приближаясь к чистовым размерам, необходимо увеличивать число проходов и внимательно измерять деталь при снятии пробных стружек.

Черновины на поверхности детали могут остаться, если выверка детали была произведена неправильно или был мал припуск на обработку. Избежать таких дефектов можно в первом случае только путем более тщательной выверки детали. Во втором случае деталь оказывается неисправимым браком. Недостаточная чистота поверхности зависит от многих причин: чрезмерно большой подачи, неверной геометрии или плохой заточки резца, большой вязкости материала, слишком длинного вылета оправки и резца, нежесткого крепления оправки и резца и больших зазоров в шпинделе и люнете. Влияние всех этих причин на чистоту поверхности нами было рассмотрено в предыдущих главах. Следует только отметить, что эти дефекты обычно выясняются еще при предварительных проходах и могут быть ликвидированы самим расточником.

50. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Обработка конических отверстий на расточных станках также относится к разряду редко встречающихся работ. Обычно конические отверстия малого диаметра (до 75 *мм*) обрабатываются коническими развертками. Следует, правда, отметить, что в практике заводов тяжелого машиностроения специальными развертками обрабатываются конические отверстия с наибольшим диаметром конуса до 300 *мм* и длиной до 500 *мм*.

Обработка таких отверстий производится в три прохода (см. фиг. 105):

1) черновое одновременное растачивание отверстий несколькими резцами, образующими ступенчатое отверстие (фиг. 105, *а*);
2) предварительная обработка зенкером (фиг. 105, *б*);
3) окончательное развертывание одной или двумя развертками (фиг. 105, *в*).

Конические отверстия в чертежах могут быть заданы различно: 1) наибольшим диаметром конуса D, наименьшим диаметром конуса d, длиной конуса l; 2) наибольшим диаметром D и конусностью K; 3) наибольшим диаметром D и уклоном i.

Что же представляют собой величины K и i? Конусностью называется отношение разности диаметров конуса к длине конуса. Следовательно, величину конусности можно вычислить по формуле

$$K = \frac{D - d}{l},$$

где D — наибольший диаметр конуса в *мм*;
d — наименьший диаметр конуса в *мм*;
l — длина конуса в *мм*.

Так, например, если $D = 200$ *мм*, $d = 180$ *мм*, а $l = 400$ *мм*, то конусность будет равна

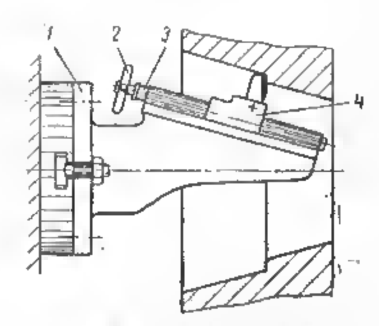
$$K = \frac{200 - 180}{400} = \frac{20}{400} = \frac{1}{20} = 0{,}05.$$

Отношение $\frac{1}{20}$, или величина 0,05, показывает, что через каждые 20 *мм* длины конуса его диаметр будет изменяться на 1 *мм* или на каждые 100 *мм* длины будет изменяться на 5 *мм*.

Уклоном i называется половина конусности. Величина i вычисляется по формуле

$$i = \frac{K}{2} = \frac{D - d}{2l}.$$

Фиг. 105. Схема обработки конического отверстия развертками.



Фиг. 106. Приспособление для расточки отверстия с определенной конусностью.

Угол уклона α численно равен уклону конуса или половине угла при вершине конуса и вычисляется по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}.$$

Для нашего примера

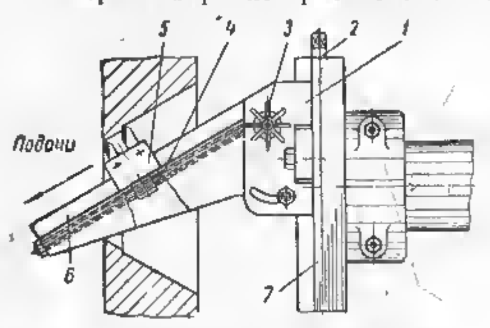
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{200 - 180}{2 \cdot 400} = \frac{1}{20 \cdot 2} = \frac{1}{40} = 0{,}025; \ \alpha = 1°26'.$$

Конические отверстия диаметром до 75 *мм* вначале сверлятся и рассверливаются, затем растачиваются резцом для выправления оси до наименьшего диаметра конуса с учетом припуска под

развертывание, равного 0,2—0,3 *мм*. Окончательная обработка производится одной разверткой или набором разверток.

Большие конические отверстия обрабатываются с помощью специальных приспособлений разных конструкций. Эти приспособления можно разделить на две группы: приспособления целевого назначения и приспособления универсальные.

Первую группу составляют приспособления для расточки отверстий с определенной конусностью. Такие приспособления могут закрепляться или на планшайбе, или в шпинделе станка (расточка ведется консольно). На фиг. 106 схематично изображен первый вариант приспособления. Корпус *1* имеет наклонные направляющие, по которым с помощью винта *3* и гайки перемещается резцедержатель *4*. Прерывистая подача резцедержателя происходит механически после каждого оборота планшайбы путем поворота связанной с винтом звездочки *2* в момент ее зацепления с упором, установленным на стойке.



Фиг. 107. Универсальное приспособление для расточки конических отверстий.

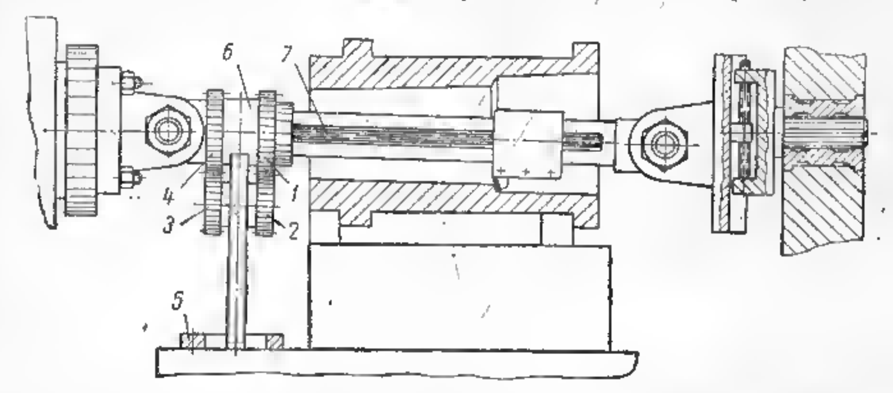
Вторую группу представляют универсальные приспособления для расточки конических отверстий с различной конусностью. На фиг. 107 приведена конструкция одного из таких приспособлений, устанавливаемых на шпинделе станка. Направляющая *6* приспособления поворачивается на заданный угол и закрепляется болтами. Настройка на диаметр осуществляется винтом *2*, который служит для перемещения салазок *1*. После установки на диаметр салазки крепятся к корпусу *7*. Подача резцедержателя *5* производится винтом *4* с помощью звездочки *3*.

Подобные универсальные приспособления выполняются для крепления их на радиальном суппорте планшайбы. В этом случае конструкция упрощается, так как настройка на диаметр может быть произведена за счет смещения радиального суппорта.

Обработку длинных конических отверстий производят специальной дифференциальной штангой (фиг. 108), где резцовая головка получает подачу по направляющим от шестерни *1*, сидящей на шпонке. Через шестерни *2* и *3* рабочая подача передается шестерне *4*. Последняя посредством внутреннего зацепления передает движение шестерне ходового винта *7*. Этот винт, вращаясь, тянет гайку, смонтированную в резцедержателе. Ускоренное пере-

мещение резцедержателя производит шестерня *4*, передающая движение на ходовой винт при условии вывода из зацепления специальной рукояткой шестерен *2* и *3* и стопорения шестерни *4* защелкой водила *6*. Поворот водила устраняется планкой *5*. Установка приспособления на заданный угол производится смещением салазок. При работе система уравновешивается противовесами.

Проверка конических отверстий небольшого диаметра производится коническими калибрами. Качество прилегания поверхности калибра к поверхности детали проверяется на краску или путем наблюдения за стиранием продольных меловых рисок, на-



Фиг. 108. Дифференциальная расточная штанга для расточки длинных конических отверстий.

несенных на калибре. Для этого калибр, вставленный в отверстие, провертывается в нем, а затем вынимается. Если краска или риски стираются равномерно по всей длине калибра, это значит, что конусность отверстия соответствует заданной.

Диаметр конуса определяется по двум круговым рискам, нанесенным на наибольшем диаметре калибра. Торец наибольшего диаметра проверяемого отверстия должен находиться между рисками калибра, вставленного в отверстие.

Проверка размеров больших конических отверстий производится путем измерения диаметров и длины конуса универсальными измерительными инструментами или специальными шаблонами.

Режимы резания. Режимы резания для обработки конических отверстий можно подбирать по таблицам, предназначенным для обычной расточки. Однако при этом нужно учитывать величину вылетов вспомогательных инструментов и приспособлений. Следует также учесть, что условия работы конических разверток значительно тяжелее, чем у разверток цилиндрических, поэтому

величины подач и скоростей резания в данном случае следует назначать меньшими, чем при цилиндрическом развертывании.

Величины подач для конического развертывания находятся в пределах 0,1—0,2 *мм/об* при обработке стали и в пределах 0,2—0,4 *мм/об* при обработке чугуна. Скорость резания при работе быстрорежущими развертками можно брать в пределах 6—10 *м/мин.* Применение охлаждения способствует получению качественных и чистых поверхностей.

Виды брака и их устранение. Дополнительно к видам брака, возникающего при развертывании цилиндрических поверхностей, при коническом развертывании возможны неправильная величина конусности, отклонение в размерах конуса и отклонения в размерах диаметров при правильной конусности. Неправильная величина конусности получается, главным образом, при ошибочной установке на заданный угол универсальных приспособлений или расточных штанг. Отклонения в размерах обычно бывают результатом излишне или недостаточно взятой глубины резания. Отклонения в размерах диаметров оснований конуса при правильной величине конусности могут получиться в том случае, если не выдержана длина конуса. Все эти виды брака являются результатом невнимательности расточника.

51. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

На горизонтально-расточных станках можно производить нарезание как наружных, так и внутренних резьб. В зависимости от номинального диаметра нарезаемой резьбы существуют различные способы выполнения этой операции. Нарезание мелких резьб производится метчиками сразу же после сверления. Размеры диаметров сверл под резьбу при нарезании ее в различных материалах приведены в табл. 37.

Таблица 37

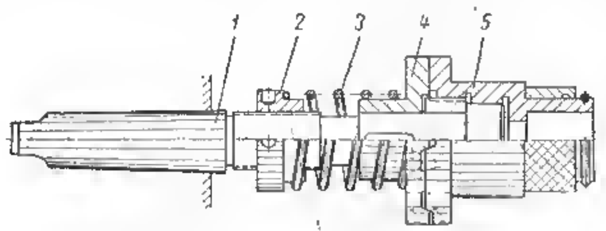
Диаметры сверления отверстий под основную метрическую резьбу (в *мм*)

Обозначение резьбы	Диаметры отверстий под резьбу
M6	5,0
M8	6,7
M10	8,5
M12	10,2
M16	14,0
M20	17,4
M24	20,9
M30	26,4
M36	31,9
M52	46,8

Если резьба должна быть точной и чистой и ее диаметр позволяет произвести расточку, то после сверления отверстие следует проточить расточным резцом, а затем уже нарезать резьбу. В этом случае отверстие будет выполнено точнее и будет устранена опасность получения неполной резьбы.

Для крепления метчиков при нарезании сквозных и глухих отверстий успешно применяется патрон, изображенный на фиг. 109. Патрон состоит из валика *1* с хвостовиком, на котором

сидит втулка *4* с торцовыми зубьями. На этом же валике свободно сидит втулка *5*, также имеющая торцовые зубья. В процессе работы зубья обеих втулок находятся в зацеплении под действием пружины *3*, усилие нажима которой регулируется гайкой *2*. На хвостовиках метчиков, закрепляемых в патронах указанной конструкции, прорезан шпоночный паз, по которому скользит шпонка втулки *5* при установке метчика. Если в процессе работы метчик заклинило в отверстии или если его торец уперся в дно отверстия, то метчик остановится вместе с втулкой *5*, и поломки инструмента не будет. Такая остановка метчика происходит по той причине, что пружина патрона при этом сожмется и зубья втулки *4* начнут проскальзывать. Существует



Фиг. 109. Патрон для закрепления метчиков.

много различных конструкций резьбонарезных патронов, предусматривающих обработку машинными, ручными и специальными метчиками.

Резьбы более крупных диаметров (до 150 *мм*) нарезаются с предварительной прорезкой резьбы резцом. Затем следует калибровка нарезанной резьбы метчиком. При такой технологии отверстие предварительно подготовляется под нарезание резьбы сверлением, рассверливанием и растачиванием. После растачивания следует черновая прорезка резьбы резцом и, наконец, ее калибровка метчиком. Резьба получается значительно чище и точнее.

Резьбы диаметром более 150 *мм* как предварительно, так и окончательно нарезаются резцами. В этом случае профиль резца должен соответствовать профилю нарезаемой резьбы. Резец должен быть установлен строго по центру детали и перпендикулярно к боковой поверхности отверстия. Для радиальной подачи резца лучше всего использовать оправки, конструкцией которых такая подача предусмотрена. Правда, радиальную подачу можно производить и подколачиванием резца, но для этого требуется постоянная проверка положения резца и высокая квалификация расточника.

После того как выбран резец и произведена его заточка по шаблону, а также осуществлены соответствующая установка и крепление резца, нужно настроить станок на шаг нарезаемой

резьбы. Сущность настройки состоит в том, чтобы обеспечить точное перемещение резца на один оборот шпинделя, равное шагу нарезаемой резьбы. Такое согласованное движение достигается подбором сменных шестерен гитары подачи шпинделя. Каждый станок имеет свою формулу для подбора сменных зубчатых колес. Так, например, для станка модели 262А расчет ведется по формуле

$$i_{см} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{t}{4},$$

где $i_{см}$ — передаточное отношение шестерен гитары;
a, b, c, d — числа зубьев ведущих и ведомых шестерен (a, c — ведущие; b, d — ведомые);
t — шаг нарезаемой резьбы в *мм;*
4 — постоянный коэффициент для данного станка.

Воспользовавшись этой формулой, произведем расчет сменных шестерен для резьбы с шагом 6 *мм*. Подставив величину шага резьбы в формулу, мы получим

$$i_{см} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{t}{4} = \frac{6}{4}.$$

Умножая числитель и знаменатель на одно и тоже число, например на 10, мы будем иметь следующее выражение:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{60}{40}.$$

Если расстояние между осями ходового винта подачи и вала, с которого снимается движение на ходовой винт, допускает сцепление этих шестерен с числом зубьев 60 и 40, то расчет на этом может быть закончен. Тогда мы можем шестерню с числом зубьев 60 установить на вал, а шестерню с числом зубьев 40 — на ходовой винт. Если же сцепления шестерен достигнуть нельзя, то следует поставить на палец гитары промежуточную шестерню с любым числом зубьев или пересчитать общее передаточное число на передачу движения четырьмя шестернями. Установив, таким образом, шестерни на гитару и максимальную передачу коробки подач, можно произвести нарезание резьбы.

Нарезание резьбы на станках, не имеющих гитары сменных шестерен, может производиться с помощью специальных приспособлений для нарезания резьбы. Получение качественной резьбы при нарезании метчиками можно обеспечить, если отверстие под резьбу не будет иметь овальности и конусности и если применить подходящие для данных условий смазочно-охлаждающие жидкости.

52. ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Фрезерование плоскостей, пазов и канавок на расточных станках — довольно распространенные операции. Наружные плоскости, расположенные перпендикулярно к оси шпинделя, обрабатываются на таких станках торцовыми фрезами или фрезерными головками. Фрезерование же поверхностей, параллельных оси шпинделя, производится крупнозубыми концевыми фрезами с винтовыми канавками или фрезерными головками.

Фрезерование поверхностей, параллельных оси шпинделя, ведется преимущественно фрезами, диаметр которых больше, чем диаметр шпинделя. Такой выбор диаметра фрезы обеспечивает наименьший вылет оправки и наибольшую производительность. Длину фрезы выбирают из условий жесткости шпинделя. Замечено, что фрезы, длина которых более 2—2,5 диаметров шпинделя, вызывают отжим шпинделя. Обдирочное фрезерование поверхностей на станках с малым диаметром шпинделя производить не рекомендуется, так как при этом теряется точность станка.

Крепление фрез в конусе выдвижного шпинделя станка должно быть надежным, так как врезание фрезы связано с динамическими ударами, расшатывающими недостаточно затянутый клин и вызывающими поломку станка и инструмента. При необходимости фрезерования с большими вылетами шпинделя (фиг. 110) предусматривается применение дополнительной опоры для шпинделя, прикрепляемой к планшайбе. Это увеличивает жесткость и позволяет соответственно увеличить режимы резания.

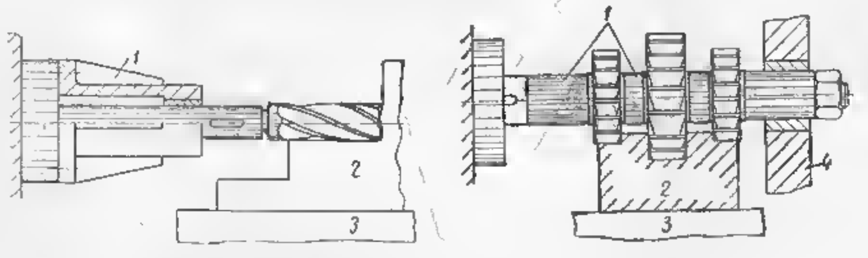
Производя обработку цилиндрическими фрезами, не рекомендуется выключать подачу, не отводя фрезы от обрабатываемой поверхности, так как в этом месте фреза образует углубление. Самым производительным способом обработки плоскостей следует считать их фрезерование твердосплавными фрезерными головками.

Расточные станки для обработки Т-образных пазов используются только в том случае, если габариты деталей или их установка не позволяют использовать продольно-фрезерные станки. Такие пазы обычно обрабатываются двумя фрезами. Вначале делается прорезка концевой фрезой прямоугольного паза, а уже затем фрезеруется Т-образной фрезой фасонная часть паза. Бесспорным преимуществом использования расточных станков для фрезерования является то, что благодаря наличию и использованию поворотного стола можно фрезеровать все четыре стороны детали с одной установки. При этом, естественно, сохраняется взаимная перпендикулярность сторон.

На расточных станках возможно также фрезерование уступов и сквозных канавок дисковыми трехсторонними фрезами, а также применение наборов из нескольких фрез (фиг. 111). Диапазон фрезерования на расточном станке расширяется с применением накладных головок. Режимы резания при фрезеровании различными фрезами выбираются по соответствующим таблицам.

При фрезеровании возможны следующие виды брака: неперпендикулярность и непараллельность обработанных поверхностей; провал размеров и несоответствие обработанных поверхностей требованиям чертежа по чистоте.

С целью устранения возможности появления неперпендикулярности и непараллельности плоскостей следует проверять точность



Фиг. 110. Установка дополнительной опоры для шпинделя:
1 — башмак; 2 — деталь; 3 — стол.

Фиг. 111. Фрезерование набором фрез:
1 — дистанционные кольца; 2 — деталь; 3 — стол; 4 — задняя стойка.

фиксации стола после его поворота. Провал ширины обработанных пазов или канавок может произойти в результате биения фрезы. Отклонения по глубине пазов имеют место при неверном отсчете величины перемещения шпинделя по нониусу. Подобная же ошибка в выполнении длины является следствием несвоевременного выключения подачи и невнимательной работы по разметочным рискам. Плохая чистота поверхности обычно является результатом завышенных или заниженных режимов резания, результатом затупления фрезы и работы с большими вылетами шпинделя.

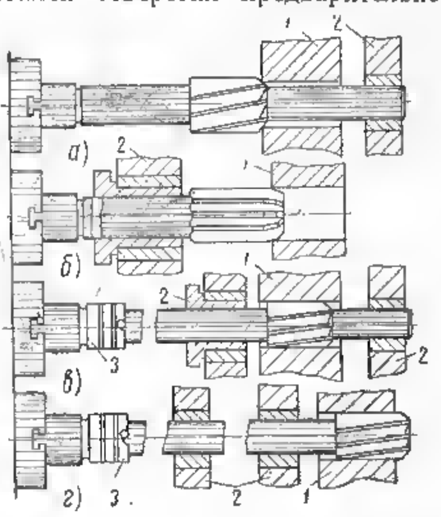
53. РАСТАЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ ПО КОНДУКТОРАМ И ШАБЛОНАМ

Кондукторами называются специальные приспособления для установки и закрепления детали на станке. Они снабжены направляющими втулками, позволяющими производить обработку отверстий без разметки. Применение кондукторов в крупносерийном и массовом производстве является неотъемлемой частью технологического процесса. Более высокая производительность труда, достигаемая при использовании кондукторов, объясняется сокращением времени на разметку, установку, закрепление детали и настройку станка. Кондукторы обеспечивают точное распо-

ложение детали относительно режущего инструмента и надежное направление последнего в процессе выполнения операции.

Конструкции стационарных расточных кондукторов делятся на кондукторы с передним направлением инструмента (фиг. 112, *а*), кондукторы с задним направлением (фиг. 112, *б*), кондукторы с передним и задним направлением (фиг. 112, *в*) и кондукторы с двумя задними направлениями (фиг. 112, *г*).

Кондукторы первого типа (фиг. 112, *а*) могут быть применены только в том случае, если у деталей отверстия предварительно подготовлены. Без предварительной подготовки отверстий воспользоваться кондукторной втулкой для настройки шпинделя невозможно, так как между инструментом и втулкой располагается деталь.



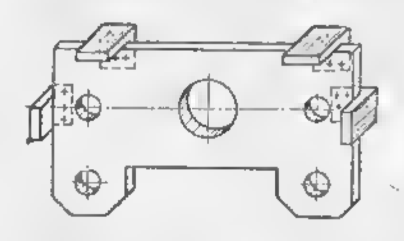
Фиг. 112. Схема расположения направляющих втулок в кондукторах: *1* — деталь; *2* — кондуктор; *3* — шарнирный патрон.

Кондукторы с задним направлением (фиг. 112, *б*) более универсальны и применяются не только для работы по заранее подготовленным отверстиям, но пригодны и для их сверления. Они требуют точной установки шпинделя относительно оси обрабатываемого отверстия. При недостаточной насоосности возможны случаи заедания инструмента во втулке. Кондукторы с передним и задним направлениями (фиг. 112, *в*) более удобны в эксплуатации, так как шпиндель с инструментом соединяется шарнирно. Такое соединение допускает несоосное расположение шпинделя и отверстия. Недостаток кондукторов данной конструкции состоит в затруднении смены инструмента и необходимости применения более длинных инструментов. Кондукторы с двумя задними направлениями (фиг. 112, *г*) обеспечивают более быструю настройку шпинделя, так как здесь применяется шарнирное соединение шпинделя с инструментом. Обработка ведется более короткими оправками на повышенных режимах резания. Направление инструмента кондукторными втулками обеспечивает высокую точность выполнения расточных работ, причем при шарнирном соединении шпинделя и инструмента точность обработанных отверстий достигается независимо от точности станка.

Распространение кондукторов в мелкосерийном и индивидуальном производстве несколько ограничено, так как затраты, связанные с изготовлением кондуктора, не всегда окупаются в производстве. В связи с этим здесь чаще всего расточка группы отверстий производится координатным способом.

Однако нужно еще раз отметить, что процесс настройки шпинделя на соосность при способе координатной расточки весьма сложен. Настройка требует больших затрат времени расточников высокой квалификации. Эта трудоемкая операция в ряде случаев может быть упрощена введением настройки по накладным шаблонам.

Накладной шаблон (фиг. 113) изготовляется из листовой стали толщиной 5—8 *мм*. В нем имеются расточенные на координатно-расточном станке отверстия, по размерам и расположению являющиеся точной копией обрабатываемых отверстий детали. Диаметры отверстий в шаблоне должны быть на 8—10 *мм* больше диаметров соответствующих отверстий в детали, а их межосевое расстояние должно быть выполнено с допуском, равным половине соответствующего допуска детали. У накладных шаблонов должны быть базовые поверхности, которыми шаблон помещается на базовые поверхности детали. Конструкция шаблона предусматривает его крепление на детали.



Фиг. 113. Накладной шаблон для настройки шпинделя при расточке.

В том случае, когда форма или расположение базовых поверхностей детали не позволяют поместить шаблон непосредственно на ее поверхности, допускается установка шаблонов на те же установочные базы, которые используются для установки самой детали.

После установки шаблона шпиндель для растачивания каждого отверстия настраивается по индикатору, наконечник которого упирается в рабочую поверхность отверстия шаблона. Для настройки может быть использован специальный прибор — индикаторный центроискатель. При использовании этого прибора наблюдение за точностью отсчета координат отпадает.

54. АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ НА РАСТОЧНЫХ СТАНКАХ

Шлифование отверстий у деталей, конструкция которых не позволяет вести обработку на внутришлифовальных станках, может быть осуществлено на расточном станке.

Для обработки металла шлифованием применяются специальные режущие инструменты, изготовленные из абразивных материалов. Такие инструменты могут быть выполнены в виде кругов или же в виде сегментов и брусков различной формы и размеров, порошков, паст и шкурок. Шлифовальные круги, сегменты и бруски характеризуются видом абразивного материала, его зернистостью, видом связки, твердостью, структурой и, наконец, формой и размером инструмента.

Абразивные материалы бывают естественного и искусственного происхождения. Наиболее распространены искусственные материалы. В качестве естественных абразивных материалов используются наждак и корунд. К искусственным материалам относятся электрокорунд, карбид кремния и карбид бора. Зернистость круга определяется величиной зерна дробленого абразивного материала и обозначается номером, показывающим, сколько отверстий в одном линейном дюйме у сита для просеивания данного материала. Государственным стандартом установлено три группы зернистости: первая группа — шлифовальные круги с номерами 10, 12, 14, 16, 20, 24, 30, 36, 46, 54, 60, 70, 80, 90; вторая группа — шлифовальные порошки с номерами 100, 120, 150, 180, 220, 240, 280, 320; третья группа — микропорошки с номерами М28, М20, М14, М10, М7 и М5. Номер микропорошка представляет собой размер абразивного зерна в микронах.

Круги для шлифования стали выполняются, главным образом, из электрокорунда; для шлифования твердых сплавов, цветных металлов и чугуна — из карбида кремния. В качестве связок для абразивных инструментов наиболее распространены керамическая, бакелитовая и вулканитовая. Сопротивление связки вырыванию зерен характеризует твердость абразивного инструмента.

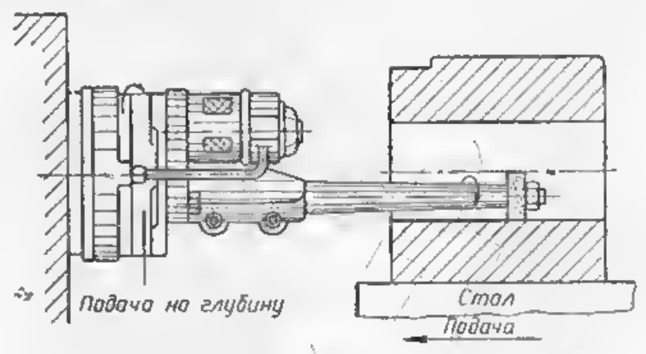
Твердость абразивных инструментов имеет следующую шкалу степеней твердости: мягкие инструменты — М1, М2, М3; среднемягкие — СМ1, СМ2; средние — С1, С2; среднетвердые — СТ1, СТ2, СТ3; твердые — Т1, Т2; весьма твердые — ВТ1, ВТ2; чрезвычайно твердые — ЧТ1, ЧТ2. Цифры после букв характеризуют твердость в порядке ее возрастания.

Абразивными материалами для доводки служат порошки и пасты из наждака, корунда, карбида кремния и некоторых других абразивных материалов зернистостью от 180 до М5. Эти материалы наносятся на чугунные или медные притиры. Для доводки также используются пасты ГОИ.

Притирочное шлифование производится брусками из электрокорунда и карбида кремния с зернистостью от 320 до М28.

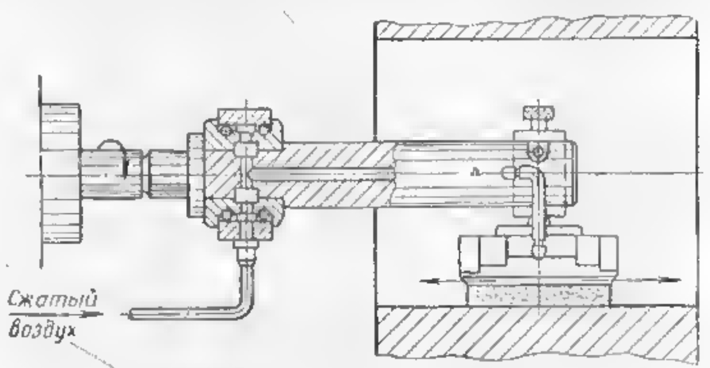
Полирование для получения зеркальной поверхности осуществляют порошками или пастами, нанесенными на мягкие войлочные круги.

Шлифование на расточных станках обычно производится внутришлифовальными головками различных конструкций. Среди них наиболее удобны шлифовальные головки (фиг. 114), закрепляемые на радиальном суппорте планшайбы и работающие от



Фиг. 114. Шлифовальное приспособление, установленное на планшайбе.

индивидуального привода. Процесс шлифования ведется шлифовальными кругами, твердость и зернистость которых выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала. Шлифовальный круг получает два вращательных движения: движение от собственного двигателя, вращающего шлифовальный шпиндель, и движение вместе с радиальным суппортом планшайбы.



Фиг. 115. Пневматическая головка для отделочного шлифования отверстий.

Получение на расточных станках чистоты поверхности 9—10 класса с успехом достигается отделочным шлифованием. Сущность отделочного шлифования состоит в том, что абразивные бруски, постоянно прижатые к стенке отверстия, получают

возвратно-поступательные колебательные движения, в результате которых снимается весьма тонкий слой металла. Чтобы этот съем металла не происходил в одном месте, головка, несущая бруски, получает осевое переменновозвратное перемещение при вращающемся шпинделе.

На фиг. 115 изображена конструкция головки с пневматическим приводом колебательных движений для отделочного шлифования отверстий абразивными брусками (конструкция инженера В. Г. Рожкова). Головка закрепляется на оправке, вставленной в шпиндель. Сжатый воздух подается в пневматическую головку через отверстие, имеющееся в оправке. Путем смены державки для крепления пневматической головки можно обрабатывать отверстия в пределах от 250 до 1000 *мм*.

55. ТРЕПАНИРОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Образование отверстий диаметром более 110 *мм* в сплошном материале можно осуществить трепанирующими головками. Сущность трепанирования (кольцевого сверления) состоит в том, что при таком способе сверления металл удаляется не в виде стружки, а в виде цилиндрических сердечников, так как трепанирующая головка представляет собой трубу, на переднем торце которой имеются резцы, а на наружной поверхности винтовые канавки для выхода стружки. Резание происходит по кольцевой канавке, которая постепенно уходит в глубь металла, а вырезаемый цилиндр входит во внутреннее отверстие инструмента.

По практическим данным этот метод в сочетании с последующей расточкой целесообразно применять уже при диаметре отверстия 110 *мм* и глубине 700 *мм*, при диаметре 140 *мм* и глубине 450 *мм*, при диаметре 210 *мм* и глубине более 300 *мм*, при диаметре 300 *мм* и глубине более 250 *мм* и, наконец, при диаметре 400 *мм* и глубине более 120 *мм*.

Метод трепанирования предусматривает обязательную подачу охлаждающей жидкости в зону резания под давлением.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Как производится сверление и рассверливание?
2. Какой может быть брак при сверлении отверстий и как его предупредить?
3. В каких случаях применяется зенкерование?
4. Перечислите и опишите инструменты, применяемые при растачивании отверстий.
5. Какие приспособления применяются для радиальной подачи резцов?
6. В каких случаях применяется дифференциальная расточная штанга?
7. Как производится выточка канавок?
8. Как производится развертывание отверстий?
9. Как производится растачивание отверстий с параллельными осями?
10. Какие существуют способы координатного растачивания?
11. Как производится растачивание отверстий с перпендикулярными осями?

12. Какой может быть брак при растачивании отверстий и как его избежать?

13. Какие способы существуют для проверки точности изготовленных деталей на расточных станках?

14. Как производится подрезка торцов на расточных станках?

15. Какими способами производится обточка наружных поверхностей?

16. Как обрабатываются конические отверстия на расточных станках?

17. Какие существуют способы нарезания резьбы на расточных станках?

18. Как производится на расточных станках фрезерование плоскостей, пазов и канавок?

19. Как производится расточка отверстий по кондукторам и накладным шаблонам?



РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА

ГЛАВА X

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ЭКОНОМИКЕ ПРОИЗВОДСТВА

56. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

Для планомерного и пропорционального развития всех отраслей народного хозяйства в СССР разрабатываются перспективные планы развития народного хозяйства на ближайшие 15 лет.

Контрольные цифры развития народного хозяйства на 1959—1965 гг., утвержденные XXI съездом КПСС, являются частью этого перспективного плана.

Семилетний план развития имеется на каждом предприятии. В этом плане наряду с годовыми цифрами увеличения выпуска и снижения себестоимости продукции предусматриваются цифры роста производительности труда за счет введения автоматизации и механизации производственных процессов, мероприятия по улучшению технологии обработки деталей и по сокращению непроизводительных расходов. Перспективный план каждого предприятия является частицей общего плана развития народного хозяйства.

Помимо перспективного плана, на предприятии имеются и оперативные планы, разрабатываемые на более короткие периоды: кварталы, месяцы. На основе заводского плана составляется план производства цеха. Пути выполнения месячного цехового плана обсуждаются на производственном совещании рабочих. В результате широкого обсуждения передовые рабочие-новаторы, члены бригад коммунистического труда и весь коллектив цеха намечают мероприятия по выполнению производственного плана, а часто берут на себя и встречные повышенные обязательства. После окончательного утверждения плана, планово-распределительное бюро цеха распределяет план по сменам, бригадам и отдельным рабочим. На основе широкого социалистического соревнования в цехах, сменах и бригадах развертывается борьба за досрочное выполнение плана как по объему, так и по номенклатуре.

57. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

Важнейшей задачей социалистической организации производства является систематическая борьба за высокую производительность труда — основу экономики нашего государства. Производительность труда — это затрата труда во времени на единицу продукции, эффективность человеческого труда. Определить количество труда, затраченного рабочим на выработку продукции, удобнее и проще всего на основе технического нормирования, определения нормы времени. Нормой времени называется время, назначенное на выполнение той или иной операции и исчисляемое в минутах или часах. Норма времени позволяет вычислить норму выработки. Нормой выработки называется количество деталей или операций, которое рабочий должен изготовить или выполнить в течение часа или смены.

Норму времени определяют с учетом правильной организации труда и рабочего места, наивыгоднейшего и эффективного использования станка, инструмента и приспособления. Такая норма называется технической нормой времени, а способ ее определения — техническим нормированием. Пользуясь расчетными нормами времени, можно подсчитать загрузку оборудования и возможности цеха в выполнении установленного плана. Техническое нормирование позволяет создать правильную систему оплаты труда, являющуюся важным стимулом для совершенствования технологического процесса и роста производительности труда.

Техническая норма времени представляет собой совокупность всех затрат рабочего времени на выполнение данной операции и складывается из подготовительно-заключительного и штучного времени. В состав подготовительно-заключительного времени входит время на ознакомление с технологической документацией (чертежом, технологической картой), на подготовку рабочего места и наладку станка, на установку и съем приспособлений и инструмента, на проход пробной стружки, на предъявление детали техническому контролеру и т. д. Общее подготовительно-заключительное время, установленное на партию, делят на количество деталей в партии и получают подготовительно-заключительное время на одну деталь. Штучное время состоит из основного, т. е. времени, непосредственно затрачиваемого на изменение формы детали, и вспомогательного, а также времени на обслуживание рабочего места, на отдых, на личные надобности. Основное время может быть машинным и машинно-ручным. Машинным временем называется время, затрачиваемое на действие, выполняемое непосредственно машиной (на снятие стружки с механической подачей). Машинно-ручное время учитывает работу машины с участием рабочего (работа с ручными подачами).

Основное (машинное и машинно-ручное) время T_0 при расточке отверстий определяется по формуле

$$T_0 = \frac{L + l_1 + l_2}{sn} i \text{ мин.},$$

где L — длина расточки в *мм*;
l_1 — длина врезания инструмента в *мм*;
l_2 — длина перебега инструмента в *мм*;
s — подача в *мм/об*;
n — число оборотов шпинделя в минуту;
i — число проходов.

Вспомогательное время $T_в$ состоит из времени на установку и снятие детали, времени управления станком, на подвод и отвод режущего инструмента, на измерение детали, т. е. это то технологическое время, которое непосредственно не связано с изменением формы детали. В состав нормы времени входит еще и время обслуживания рабочего места ($T_{обс}$), используемое на содержание в порядке рабочего места, на смену затупившегося инструмента, на подналадку станка во время работы и его смазку, на уборку стружки и раскладку инструмента в начале и в конце смены. Наконец, последняя составляющая нормы времени — время на отдых и личные надобности $T_{отд}$ — зависит от условий труда и включается в состав нормы при выполнении тяжелой физической работы в размере 2% от суммы основного и вспомогательного времени.

В результате полная техническая норма штучного времени определится так

$$T_{шт} = T_о + T_в + T_{обс} + T_{отд} \text{ мин.}$$

Анализ содержания нормы времени помогает определить резервы повышения производительности труда и составить планы рационализации процесса обработки.

58. СИСТЕМА ОПЛАТЫ ТРУДА

Социалистическая система труда предусматривает оплату рабочего в зависимости от количества и качества затраченного им труда и является важнейшим условием роста благосостояния трудящихся.

Существуют сдельная и повременная системы оплаты труда. При **повременной** оплате труда работник получает заработную плату в зависимости от количества проработанного времени. Такая система не стимулирует роста производительности труда и применяется только там, где невозможно ввести сдельную оплату (крановщики, стропали и т. п. профессии оплачиваются повременно). При **сдельной** системе оплаты

труда размер заработка рабочего определяется в зависимости от количества и качества изготовленных деталей. При такой системе у рабочего имеется возможность увеличить заработную плату за счет совершенствования технологии и рационального использования своего рабочего времени.

Кроме того, существует прогрессивно-сдельная оплата труда. Ее сущность состоит в том, что сдельная расценка не изменится, пока рабочий не достигнет установленного для цеха перевыполнения нормы выработки. Но как только этот предел превышен, рабочий получит уже повышенную расценку за детали, сделанные сверх нормы, причем расценка тем выше, чем выше процент выработки. Для бóльшей заинтересованности работников, оплачиваемых повременно, существует премиальная система за повышение качества работы и досрочное ее выполнение.

Оплата труда рабочих машиностроительной промышленности осуществляется на основе тарифной сетки, тарифной ставки и тарифно-квалификационного справочника. Тарифная сетка с тарифными ставками устанавливает соотношения в оплате труда рабочих разной квалификации при помощи тарифных коэффициентов (табл. 38).

Таблица 38

Тарифная сетка

Форма оплаты	Оплата труда по разрядам за час					
	1	2	3	4	5	6
Повременная на холодных работах	2 р. 75 к.	3 р. 11 к.	3 р. 55 к.	4 р. 07 к.	4 р. 73 к.	5 р. 30 к.
Тарифный коэффициент . . .	1	1,13	1,29	1,48	1,71	1,91
Повременная на горячих и тяжелых работах	3 р. 20 к.	3 р. 62 к.	4 р. 13 к.	4 р. 74 к.	5 р. 50 к.	6 р. 40 к.
Сдельная на холодных работах	3 р. 20 к.	3 р. 62 к.	4 р. 13 к.	4 р. 74 к.	5 р. 50 к.	6 р. 40 к.
Тарифный коэффициент . . .	1	1,13	1,29	1,48	1,71	1,91

Тарифно-квалификационный справочник служит руководящим материалом для определения необходимых знаний, навыков и умения при установлении разряда работы и при тарификации рабочих.

59. КВАЛИФИКАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТОЧНИКА 2 РАЗРЯДА

Характеристика работ. Обработка простых и средней сложности деталей по 3—4 классам точности на однотипных универсальных расточных, алмазно-расточных станках и на станках глубокого сверления с применением нормального режущего инструмента и универсальных приспособлений. Установление технологической последовательности, обработки и режимов резания по технологической карте и самостоятельно.

Обработка простых и средней сложности деталей по 2—3 классам точности на специализированных станках, налаженных для обработки определенных деталей и операций, или на универсальных расточных станках с применением мерного режущего инструмента и специальных приспособлений. Выполнение операции по обточке и растачиванию цилиндрических поверхностей. Выполнение под руководством токаря-расточника более высокой квалификации подсобных работ по управлению и наблюдению за обработкой крупных ответственных деталей на расточных колонковых станках с диаметром шпинделя свыше 150 *мм*.

Расточник 2 разряда должен знать: устройство однотипных расточных станков; правила управления крупным станком, обслуживаемым совместно с расточником более высокой квалификации; условную сигнализацию; устройство, назначение и условия применения наиболее распространенных универсальных и специальных приспособлений; углы и правила заточки и установки нормального и специального режущего инструмента; требования, предъявляемые к алмазным и твердосплавным резцам для тонкого точения; назначение и способ применения контрольно-измерительного инструмента средней сложности и точности; основные данные о допусках и посадках, классах точности и чистоты обработки.

П р и м е р ы р а б о т, выполняемых расточником 2 разряда, на различных деталях:

1. Бабки задние металлорежущих станков: сверление и предварительное растачивание отверстий.

2. Блоки цилиндров дизелей: растачивание отверстий под гильзы цилиндров; предварительное растачивание отверстий под коленчатый и распределительный валы.

3. Бойки ковочных молотов: фрезерование пазов.

4. Вилки, серьги, тяги, кронштейны: подрезка и расточка отверстий диаметром до 100 *мм*.

5. Вкладыши: растачивание выемок под холодильники.

6. Гильзы цилиндров мотора: чистовое растачивание.

7. Картеры и амортизаторы автомобиля: предварительное растачивание цилиндра картера.

8. Корпусы масляных насосов автомобиля: растачивание отверстий.

9. Подшипники диаметром до 100 *мм*: растачивание отверстий и подрезка торца.

10. Фланцы диаметром свыше 300 *мм*: растачивание отверстий с подрезкой торца.

11. Шатуны: предварительное растачивание большой и малой головки.

60. СЕБЕСТОИМОСТЬ И ХОЗРАСЧЕТ

Увеличение производительности труда способствует снижению себестоимости продукции, а следовательно, и росту накоплений в нашей промышленности. Стоимость каждой детали складывается из прямых и накладных расходов, связанных с изготовлением данной детали. К прямым расходам относится стоимость материала и производственная заработная плата рабочих, непосредственно участвующих в изготовлении детали. Накладные расходы складываются из цеховых и общезаводских расходов.

К цеховым расходам относятся расходы на электроэнергию, инструмент, смазочный и обтирочный материал, ремонтное и энергетическое обслуживание рабочего места, амортизацию оборудования и дорогостоящих приспособлений, отопление, водоснабжение, внутрицеховой транспорт, а также оплату обслуживающего цехового персонала.

К общезаводским расходам относятся расходы, связанные с содержанием аппарата заводоуправления, конструкторских бюро, зданий и сооружений, лабораторий, внутризаводского транспорта, пожарной охраны и т. п. Цеховые и общезаводские накладные расходы распределяются пропорционально производственной заработной плате.

Увеличение производительности труда уменьшает производственные накладные расходы на 1 рубль производственной зарплаты и приводит к уменьшению себестоимости детали. Поясним сказанное примером. Рабочий за одну смену выполнял пять деталей при общих накладных расходах, равных 2 руб. Накладные расходы на одну деталь в этом случае равны 200 : 5 = 40 коп. Если рабочий стал делать 10 деталей, то те же накладные расходы уже распределяются на 10 деталей, т. е. 200 : 10 = 20 коп.

Одним из основных методов, обеспечивающих качественное и количественное выполнение планов, является хозяйственный расчет. Рентабельность цехового хозрасчета контролируется сопоставлением плановых и фактических показателей работы цеха.

Развернувшееся движение за создание бригад коммунистического труда представляет собой одну из передовых форм борьбы за экономию материалов и увеличение производительности труда. На основе вовлечения широких масс трудящихся в это дви-

жение практически решается задача экономного расходования всех видов материалов, снижения трудоемкости и себестоимости продукции. Индивидуальные и бригадные счета экономии позволяют каждому рабочему активно участвовать в борьбе за снижение себестоимости. Конкретные показатели лицевых счетов свидетельствуют о достижениях каждого члена бригады и всей бригады в целом. На основе товарищеской взаимопомощи отстающим, а также внедрения передовых технологических процессов и их рационализации бригады добиваются высоких показателей в повышении производительности труда и снижении себестоимости продукции.

61. РАБОЧЕЕ МЕСТО

Рабочим местом называется определенный участок производственной площади, закрепленной за рабочим. На рабочем месте расточника находится станок, инструментальный шкаф, столик-тумбочка, нормальные и специальные расточные приспособления. Правильное расположение различных средств труда обеспечивает безопасную работу, содержание в порядке режущего и измерительного инструмента, а также приспособлений. В инструментальном шкафу должно иметься достаточное количество полок или ящиков для отдельного хранения измерительного и режущего инструмента, а также место для складирования крепежных приспособлений (болтов, гаек, шайбы, прокладок, планок и клиньев).

Анализ работы расточников показывает, что часто бесхозяйственное и небрежное хранение инвентаря и оснастки приводит к большим непроизводительным потерям времени на подбор нужных предметов. Поэтому необходимо рационально распланировать рабочее место, чтобы все находилось на возможно близком расстоянии и в то же время не мешало работать. Все, чем пользуется расточник постоянно, должно быть расположено ближе, а что употребляется редко, должно находиться дальше. Чертежи и технологические карты, необходимые во время выполнения операции, раскладываются на столике. Для хранения расточных штанг должен иметься специальный стеллаж.

Для каждого рабочего места должен быть установлен перечень постоянной и временной оснастки, в соответствии с которым и оборудуется рабочее место. К постоянной оснастке относятся: станок, оборудованный для работы; универсальный измерительный и режущий инструмент, универсальные приспособления, принадлежности для смазки, инструкции, таблицы и вспомогательные устройства для наладки и чистки станка. Вся оснастка должна быть закреплена за рабочим и внесена в его инструментальную карточку. Оснастка временного характера хранится в

инструментальной раздаточной кладовой и выдается рабочему только при выполнении им определенных операций.

Рациональная организация рабочего места в сочетании с применением рациональных приемов труда и режимов резания является основой высокой производительности труда рабочего.

62. ЭЛЕМЕНТЫ ПРАВИЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА РАБОЧЕГО

Правильная организация труда рабочего-станочника складывается из следующих элементов: надлежащей подготовки рабочего места; правильного использования оборудования; максимально возможной механизации и автоматизации производственного процесса; хорошего организационного технического обеспечения рабочего места; производственного инструктажа рабочего.

Надлежащая подготовка рабочего места предусматривает создание необходимых условий на рабочем месте для производительной работы расточника в течение всей смены. В связи с этим перед началом смены расточник обязан проверить исправность станка, ознакомиться с предстоящей работой и подобрать необходимый режущий и измерительный инструмент, а также приспособления; осмотреть заготовку и определить ее пригодность по размерам и внешнему виду; удалить с рабочего места все, что может помешать работе.

По окончании смены необходимо произвести чистку и смазку станка, разложить режущие и измерительные инструменты и приспособления на соответствующие полки шкафа; убрать техническую документацию или же предъявить ее контролеру вместе с деталью; сообщить сменщику о неполадках в работе станка. Если обработка детали продолжается в следующей смене, то расточник должен рассказать, какая часть работы им проделана в течение смены, а также передать сменщикам всю техническую документацию.

Во время работы расточник обязан: внимательно следить за работой оборудования, не допуская перегрузки станка; следить за состоянием крепления деталей и инструмента; пользоваться каждым инструментом по прямому назначению; правильно использовать мощность оборудования и возможности режущего инструмента, не допуская поломки станка или инструмента.

Большую роль в правильной организации труда играет автоматизация и механизация трудовых процессов. Механизацией называется применение различных механизмов, облегчающих труд рабочего. Под автоматизацией понимается применение приборов, механизмов и приспособлений, позволяющих вести обработку без непосредственного участия человека, но под его контролем.

Не менее важным условием высокопроизводительной организации труда является производственный инструктаж рабочих. Различают два вида инструктажа — вводный и текущий. Вводный инструктаж проводится с новыми рабочими, поступившими в цех, и имеет целью ознакомить их с рабочим местом, оборудованием, особенностями технологического процесса, правилами по технике безопасности и общим распорядком работы на участке. Текущий инструктаж проводится с целью систематического ознакомления рабочих с более производительными способами работы, разъяснения им особенностей обработки и измерения той или иной детали и ознакомления их с техническими условиями и чертежами. Особое внимание при текущем инструктаже уделяется обработке деталей, находящихся в процессе освоения, и работе с новыми инструментами и приспособлениями. Инструктаж проводится мастером или инструктором.

63. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Сокращение вспомогательного времени. При обработке деталей на расточных станках и особенно при обработке крупногабаритных деталей вспомогательное время значительно превышает машинное время. Поэтому резервы повышения производительности труда прежде всего следует искать в сокращении вспомогательного времени. Способы сокращения вспомогательного времени, используемые расточниками, весьма многочисленны и разнообразны. К числу наиболее эффективных и наиболее распространенных способов сокращения времени при выполнении расточных работ необходимо отнести следующие технологические приемы:

1. Перед установкой крупногабаритных деталей на плиту или на стол заранее подбирать установочные и крепежные приспособления (подставки, бруски, угольники, домкраты, крепежные планки и болты).

2. При установке детали, выбирать такое положение детали, которое бы позволило обработать ее с одной или с наименьшим числом установок, так как всякая переустановка детали требует дополнительного расхода времени и снижает точность обработки.

3. Заранее составлять схему обработки с учетом смены инструмента и необходимых расточных штанг.

4. Если деталь имеет две взаимно перпендикулярные обработанные базы, целесообразно осуществлять установку с досылкой до упоров или угольников.

5. Для перемещения тяжелых деталей использовать обычные или гидравлические домкраты.

6. Для радиальной подачи применять приспособления с конусом.

7. Выверку соосности шпинделя и люнета задней стойки производить оптическим прибором.

8. Для настройки шпинделя по оси растачиваемого отверстия применять накладные шаблоны и кондукторы.

9. Максимально использовать приспособления и шаблоны для предварительной настройки режущего инструмента.

10. При обработке небольших деталей партиями на столиковых станках производить смену инструмента вместе с оправкой и избегать переустановки инструмента в одной и той же оправке.

11. Максимально использовать механические ускоренные установочные перемещения подвижных частей станка.

12. Для установки подвижных частей станка широко использовать нониусы с целью сокращения времени на измерения.

Сокращение основного времени. Повышение производительности труда при выполнении расточных работ зависит также и от сокращения основного (машинного) времени. Пути сокращения машинного времени при растачивании следующие:

1. Снятие при черновой обработке всего припуска на обработку с наименьшим числом проходов.

2. Использование наиболее рациональных для данного станка материала и инструмента режимов резания.

3. Использование наиболее жестких способов крепления инструмента и детали, обеспечивающих применение высоких режимов резания.

4. Максимальное использование многолезвийных и комбинированных режущих инструментов (резцовых блоков, головок, зенкеров и разверток).

5. Совмещение машинного времени на проходы при растачивании шпинделем с подрезкой торца суппортом планшайбы.

6. Подрезка торцов и обработка плоскостей преимущественно фрезерованием, а не точением.

7. Стремление к минимальному вылету шпинделя при консольной обработке.

8. Стремление к минимальному расстоянию между опорами расточной штанги.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Расскажите о порядке планирования производства.

2. Что представляет собой техническое нормирование и каковы его задачи?

3. Что представляет собой норма времени и чем она отличается от нормы выработки?

4. Расскажите, из каких элементов состоит норма времени?

5. Какие системы оплаты труда существуют в промышленности, в чем их сущность?

6. Из чего складывается себестоимость продукции? Как влияет на снижение себестоимости рост производительности труда?

7. В чем состоит правильная организация рабочего места?

8. Расскажите об основных способах сокращения вспомогательного и основного времени при выполнении расточных работ.

ГЛАВА XI

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ

64. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Главная задача техники безопасности на социалистических предприятиях состоит в том, чтобы создать работающим условия для сохранения их жизни, физических сил и трудоспособности. Ни в какой другой стране люди труда не чувствуют такой большой заботы о человеке, как у нас. Защита интересов трудящихся, создание им нормальных условий для работы, отдыха и культурного развития предусмотрены законами нашей страны. На всех предприятиях Советского Союза имеются отделы техники безопасности, которые совместно с профсоюзными организациями осуществляют надзор за охраной труда.

Мероприятия, проводимые отделами техники безопасности, предусматривают периодический инструктаж по технике безопасности в цехах и обязательный вводный инструктаж для всех вновь поступающих на предприятие. Важно не только прослушать этот инструктаж, но и обязательно выполнять правила техники безопасности с момента входа на территорию завода. На территории завода следует обращать внимание на сигналы звуковой и световой сигнализации, а также на предупреждающие надписи, связанные с работой внутризаводского транспорта.

Основные правила по технике безопасности на рабочем месте расточника сводятся к следующему:

1. Одежда рабочего должна быть застегнута на все пуговицы.

2. Запрещается находиться между деталью и шпинделем станка или под деталью, подвешенной на тросах.

3. Сигналы крановщику должен подавать только один человек, а все остальные (подручные) только наблюдают за этими сигналами.

4. Для подъема груза разрешается использовать канаты или тросы только соответствующей грузоподъемности.

5. Строповка детали должна быть надежной, чтобы деталь не сорвалась или не выскользнула в момент ее подъема или передвижения.

6. Запрещается проводить измерение размеров и проверку чистоты поверхности детали на ходу станка.

7. Все вращающиеся части станка должны быть оснащены ограждениями.

8. Запрещается удалять стружку руками.

9. Запрещается завертывать гайку с применением прокладок в зев ключа.

10. Разрешается пользоваться местным освещением с напряжением, не превышающим 36 *в*.

11. При использовании в работе коротких оправок следует пользоваться защитными очками.

12. Соблюдать особую осторожность при обработке деталей с помощью летучих суппортов.

13. При затяжке инструмента клином его концы не должны выступать за поверхность шпинделя.

Следует твердо запомнить, что причины несчастных случаев кроются в незнании станка или в неосторожности расточника.

65. ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА

Пожары наносят огромный ущерб народному хозяйству. Поэтому знание основных мер по противопожарной профилактике (предупреждению пожаров) является обязательным для всех работающих в цехе. Причин, вызывающих возникновение пожара в цехе, много. Так, например, после уборки станка остаются масляные тряпки и другой обтирочный материал, который является очагом пожара. Случайно брошенные окурки или спички могут вызвать пожар. Поэтому курить следует в специально отведенных местах. Причинами пожара могут быть сильно раскаленная стружка, загорание проводов при замыканиях или неверно поставленных предохранителях, а также перегрузка двигателей. В каждом цехе имеется пожарный пост, оснащенный необходимым противопожарным инвентарем. При всех обнаруженных очагах пожара и возникновении пожара каждый рабочий цеха обязан немедленно приступить к тушению пожара подручными средствами (огнетушителями, песком, водой, асбестовой кошмой) и одновременно сообщить о пожаре через заводскую систему сигнализации или по телефону. На каждом предприятии имеется инструкция по противопожарной профилактике и каждый работник предприятия должен ее знать.

66. ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ

В цехе должны быть обеспечены надлежащие санитарно-гигиенические условия. Чистота помещения, свежий воздух, нормальная температура, хорошее освещение не только сохраняют здоровье, но и создают у работающего хорошее настроение и повышают производительность труда.

Прежде всего должны соблюдаться чистота и порядок на рабочем месте. Нельзя допускать захламленности и загромożде-

ния площадки у станка и в проходах между станками, так как это приводит к несчастным случаям. Отклонение от нормальной температуры в цехе ухудшает самочувствие рабочего, вызывая преждевременную утомляемость. Нормальная температура должна быть в пределах 18—20°, причем помещение должно хорошо проветриваться естественной или искусственной вентиляцией.

Хорошее освещение облегчает работу, уменьшает утомляемость рабочего и устраняет напряжение зрения. Искусственное освещение цеха и рабочего места должно быть достаточным и равномерным, т. е. не должно давать резких теней. На расточных станках обязательно должно быть местное переносное освещение, так как обработку приходится вести внутри деталей. Совершенно недопустимо расположение света с лучом, направленным в глаза. Как правило, свет должен быть сверху, сзади и слева.

Большое внимание следует уделять личной гигиене. После работы обязательно следует принять горячий душ, так как во время работы стальная и чугунная пыль засоряет поры тела. При работе с охлаждающими эмульсиями по окончании смены руки необходимо тщательно промыть с мылом в теплой воде и смазать вазелином или кремом.

Важным мероприятием, сохраняющим здоровье рабочих, является соблюдение чистоты спецодежды. Спецодежду следует регулярно стирать и ежедневно просушивать и проветривать.

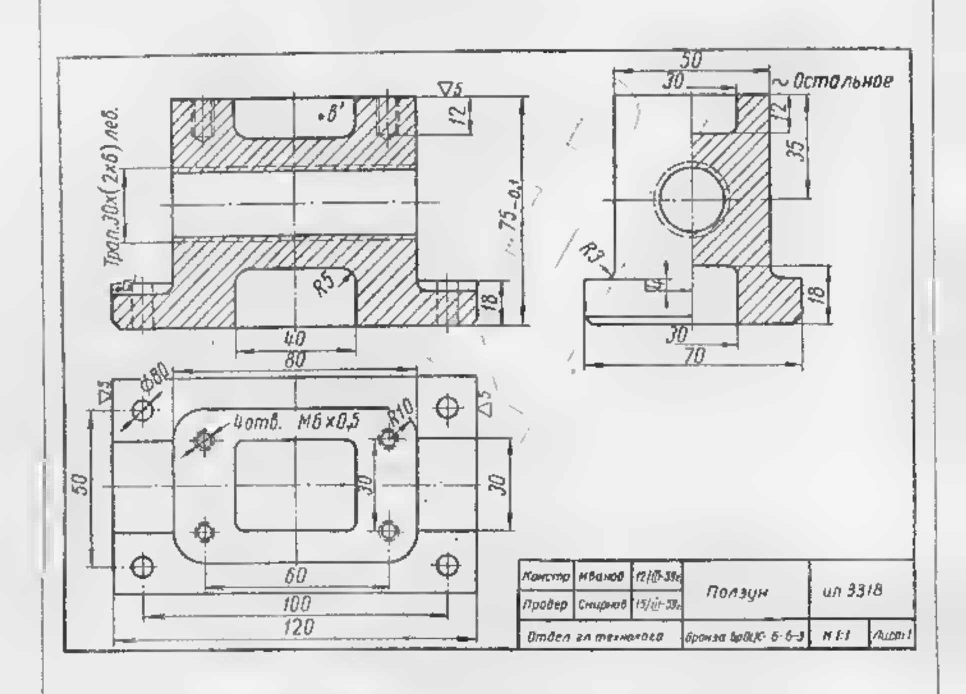
Для создания необходимых гигиенических условий в цехах оборудуются бытовые комнаты, установки для питья, умывальники и души.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. В чем состоят задачи техники безопасности в условиях социалистического предприятия?
2. Каковы правила безопасного поведения рабочего на территории завода?
3. Расскажите о правилах безопасной работы на расточном станке.
4. Расскажите об основных мерах по противопожарной безопасности, указанных в инструкции, действующей на вашем заводе?
5. Как обеспечивается соблюдение надлежащих санитарно-гигиенических условий в вашем цехе?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

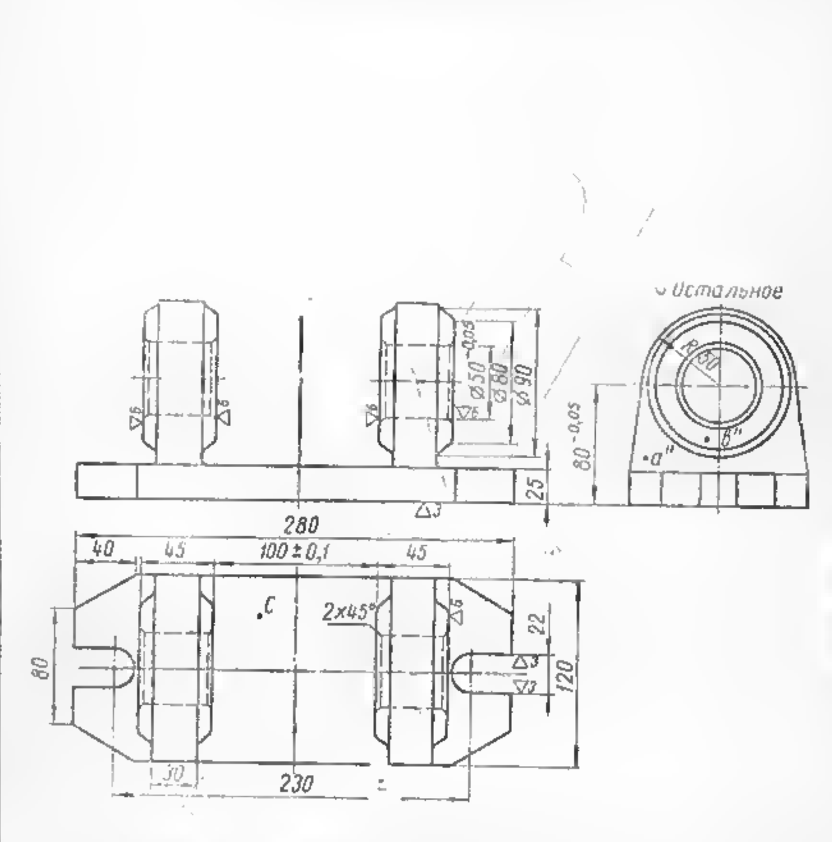
Рабочий чертеж ползуна



1. Как называется деталь и из какого материала она изготовляется?
2. Сколько видов дано на чертеже и как они называются?
3. Как называется разрез, выполненный на верхней правой проекции?
4. Что значит размер 75—01?
5. Поясните обозначение «трап 30 × (2 × 6) лев».
6. Поясните обозначение «4 отв. М6 × 0,5».
7. На виде сверху поставлены два размера 30. Что означает каждый размер?
8. Определить толщину детали в месте точки *в*.
9. Найти проекции точки *а* на остальных видах.
10. Какую толщину имеет деталь в месте точки *а*?
11. Как называется разрез, выполненный на левой проекции, в каких случаях допускаются такие разрезы?
12. Какова чистота отдельных поверхностей и что означает указание «остальные»?

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

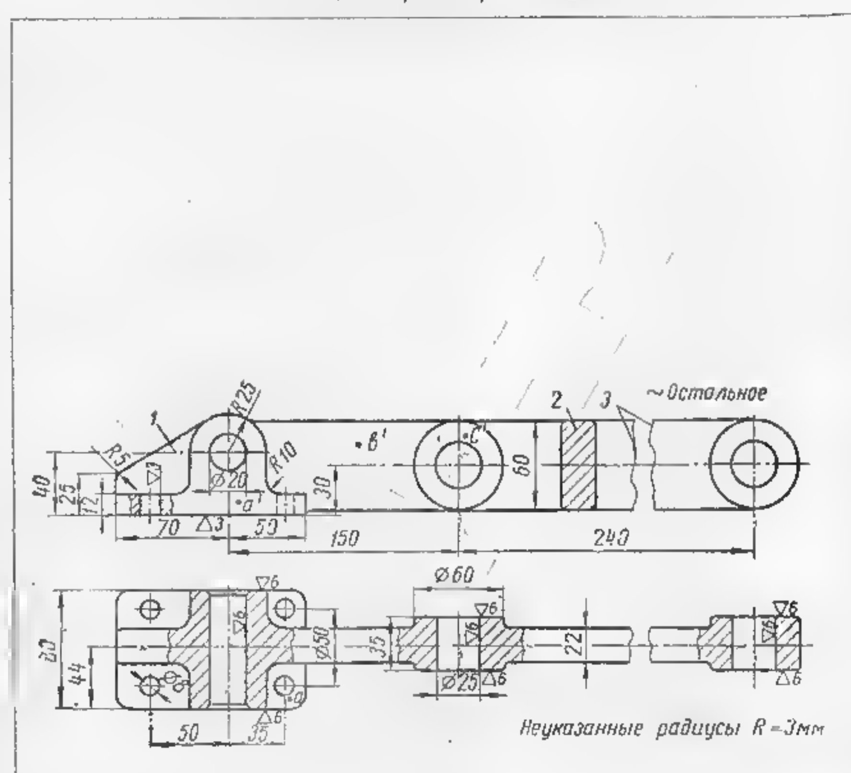
Рабочий чертеж плиты



1. Какие проекции даны на чертеже?
2. Что значит размер 50 $^{+0,05}$?
3. Определить предельную величину и допуск для размера 100±0,1.
4. Какая толщина детали в месте точек *с*, *а*, *в*?
5. Что означают вертикальные линии, проведенные на основании по левой проекции?
6. Что значит понимать знаки *3* и *6*?

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рабочий чертеж кронштейна



1. Какие проекции даны на чертеже?
2. Как называется элемент, обозначенный на главном виде цифрой *1*, и какую толщину он имеет?
3. Что обозначено цифрами *2* и *3* на верхней проекции?
4. Как называются разрезы плиты на виде сверху?
5. Какова толщина детали в местах точек *а*, *в*, *с*, *d*?
6. Какова чистота поверхности детали в этих местах?

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Е. Алекин, А. Н. Гладилин, В. С. Красавин, Ф. А. Луиев, В. И. Макарова, И. С. Расторгуев, А. Д. Хренов, Общая технология металлов, Трудрезервиздат, 1957.

2. А. А. Серебряков, К. А. Янковский, М. М. Плешкин, Черчение, Трудрезервиздат, 1957.

3. М. Е. Цыпкин, Л. Б. Краснов, Д. Г. Гольцикер, И. В. Асмус, И. И. Верин, Обработка деталей машин на расточных станках, Машгиз, 1958.

4. Справочник технолога-машиностроителя, т. I и II, Машгиз, 1957.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

Общетехнические сведения

Глава I. Материалы, применяемые в машиностроении 5
1. Основные свойства материалов 5
2. Чугун и его свойства 10
3. Стали и их свойства 12
4. Твердые сплавы 17
5. Термическая обработка стали и чугуна 17
6. Химико-термическая обработка стали 19
7. Цветные металлы и их сплавы 19
8. Неметаллические материалы 22
Вопросы для повторения 23

Глава II. Рабочие чертежи 24
9. Изображение детали на чертеже 24
10. Условные обозначения на чертежах 26
11. Допуски и посадки и их обозначение на чертежах 27
12. Чистота поверхности и ее обозначение на чертежах 35
13. Чтение простых чертежей 36
14. Сечения и разрезы на чертеже 39
15. Изображение резьбы и зубчатых зацеплений 44
16. Составление рабочих эскизов 46
17. Чтение чертежей-схем 47
18. Чтение сборочных чертежей 49
Вопросы для повторения 51

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

Расточные станки

Глава III. Устройство расточных станков 52
19. Назначение и классификация расточных станков 52
20. Механизмы движения в станках 57
21. Типовые детали станков 63
22. Кинематическая схема станка 262Г 65
23. Основные узлы станков 73
24. Модели и технические характеристики расточных станков 83
Вопросы для повторения 97

Глава IV. Эксплуатация расточных станков 97
25. Паспорт станка 97
26. Уход за расточным станком 98
27. Определение пригодности станка к работе 101

28. Модернизация станков 102
Вопросы для повторения 105

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

Режущий инструмент и резание металлов

Глава V. **Режущие инструменты расточника** 106
29. Геометрия режущих инструментов 106
30. Режущие инструменты для расточных станков 110
Вопросы для повторения 120

Глава VI. **Основы резания металлов** 121
31. Процесс образования стружки 121
32. Элементы режима резания 122
33. Силы, действующие на резец 124
34. Стойкость режущего инструмента 126
35. Выбор режима резании 129
Вопросы для повторения 137

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

Технология обработки деталей на расточных станках

Глава VII. **Основы технологического процесса** 138
36. Построение технологических процессов 138
37. Технологические базы 140
38. Технологическая документация 141
Вопросы для повторения 143

Глава VIII. **Установка деталей на расточных станках и измерение их размеров** 143
39. Установка детали на станок 143
40. Выверка установленной детали 146
41. Закрепление деталей 151
42. Измерительный инструмент и измерения 152
Вопросы для повторения 162

Глава IX. **Обработка деталей на расточных станках** 163
43. Сверление и зенкерование 163
44. Растачивание и развертывание цилиндрических отверстий 170
45. Растачивание отверстий с параллельными осями 183
46. Растачивание отверстий с перпендикулярными осями 188
47. Методы контроля и профилактика брака при растачивании 190
48. Подрезка торцовых поверхностей 190
49. Обточка наружных цилиндрических поверхностей 195
50. Обработка конических отверстий 198
51. Нарезание резьбы 202
52. Фрезерование поверхностей 205
53. Растачивание отверстий по кондукторам и шаблонам 206
54. Абразивная обработка отверстий на расточных станках 208
55. Трепанирование отверстий 211
Вопросы для повторения 211

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

Организация производства и производительность труда

Глава X. **Основные сведения по экономике производства** 213
56. Планирование производства 213
57. Техническое нормирование 214

58. Система оплаты труда 215
59. Квалификационная характеристика расточника 2 разряда . 217
60. Себестоимость и хозрасчет 218
61. Рабочее место 219
62. Элементы правильной организации труда рабочего 220
63. Пути повышения производительности труда 221
Вопросы для повторения 222

Глава XI. Техника безопасности, противопожарная профилактика и промышленная санитария 223

64. Техника безопасности 223
65. Противопожарная профилактика 224
66. Промышленная санитария 224
Вопросы для повторения 225

Приложения: Рабочий чертеж ползуна 226
Рабочий чертеж плиты 227
Рабочий чертеж кронштейна 228

Литература 229

Александр Васильевич Богданов

РАСТОЧНОЕ ДЕЛО

Обложка *М. Н. Гарипова*
Технический редактор *И. А. Марченков*
Корректоры *Н. С. Фролова*, *Н. В. Семенова*

*

НС 11849. Сдано в производство 15/VII 1960 г. Подписано к печати 30/XI 1960 г.
Печ. л. 14,5. Уч.-изд. л. 14,8. Бум. л. 7,25. Формат $60\times92^{1}/_{16}$.
Тираж 22000. Индекс УР-2Ж. Заказ 577

*

Типография изд-ва «Уральский рабочий», Свердловск, ул. им. Ленина, 49.